



Escola d'Enginyeria de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Treball Final de Grau

Aplicació de Tècniques d'Oxidació Avançada en l'eliminació dels compostos volàtils que es produeixen en els processos de cocció d'aliments

Estudiant: Gemma Alfocea Roig

Dirigit per: Josep Garcia Raurich

Especialitat: Grau en Enginyeria Química

Universitat: Escola d'Enginyeria de Terrassa

CONVOCATÒRIA: OCTUBRE 2014

ÍNDEX

AGRAÏMENTS	10
CAPÍTOL 1. INTRODUCCIÓ	11
1.2. Objectius	13
CAPÍTOL 2. CAMPANA EXTRACTORA	15
2.1. Què és?	15
2.2. Tipus de campanes	15
2.3. Dispositius que incorpora	16
CAPÍTOL 3. PROCESSOS D'OXIDACIÓ AVANÇADA	17
3.1. Principals processos no fotoquímics	17
3.1.1. Ozonització en medi alcalí	17
3.1.2. Sistema ozó i peròxid d'hidrogen (O_3/H_2O_2).....	18
3.1.3. Reactiu de Fenton	19
3.1.4. Plasma no tèrmic	20
3.2. Principals processos fotoquímics	21
3.2.1. Sistema llum ultraviolada i peròxid d'hidrogen (UV/H_2O_2)	21
3.2.2. Sistema llum ultraviolada i ozó (UV/O_3)	21
3.2.3. Fotocatàlisi heterogènia	22
CAPÍTOL 4. MODIFICACIONS PROPOSADES	24
4.1. Llum ultraviolada	24

4.1.1. Característiques de la llum ultraviolada	25
4.1.2. Procés de UV.....	25
4.1.3. Formació de la llum ultraviolada	26
4.1.3.1. Làmpada UV	26
4.1.3.2. LED UV.....	27
4.2. Ionitzador	28
4.2.1. Principis de l'ionitzador	29
4.2.2. Procés d'ionització.....	32
4.2.3. Formació d'ions negatius.....	33
4.3. Ozonitzador	34
4.3.1. Principis de l'ozó	35
4.3.2. Ozonòlisi	36
4.3.3. Formació d'ozó	39
4.4. Peròxid d'hidrogen	41
4.4.1. Generalitats de l'aigua oxigenada	41
4.4.2. Aplicacions de l'aigua oxigenada	42
4.5. Deposició del diòxid de titani (TiO ₂).....	44
4.5.1. Característiques del TiO ₂	47
4.5.2. Tipus de substrat per suportar el TiO ₂	48

4.5.2.1. Vidre, sílice fosa i quars	48
4.5.2.2. Metalls (acer inoxidable, alumini i titani).....	48
4.5.3. Diòxid de titani suportat per un material fixe.....	49
4.5.3.1. Tipus de materials suportats pel TiO ₂	49
4.5.3.1.1. Fotocatalitzadors en forma de recobriments.....	50
4.5.4. Preparació de pel·lícules de TiO ₂	50
4.5.4.1. Tècniques de deposició física en fase vapor	50
4.5.4.1.1. Evaporació tèrmica en buit.....	51
4.5.4.1.2. Evaporació per feix d'electrons (sputtering)	51
4.5.4.1.3. Evaporació per arc catòdic	52
4.5.5. Paràmetres físics a evaluar segons el mètode de deposició física utilitzat	55
4.5.5.1. Adherència.....	56
4.5.5.2. Duresa.....	56
CAPÍTOL 5. ASPECTES QUÍMICS	57
5.1. El fum	57
5.1.1. Què és el carbó activat ?	58
5.1.2. Composició del paper.....	59
5.1.2.1. Productes de la combustió del paper.....	64
5.1.3. Contaminants presents en l'aire	64

5.2. Fracció lipídica	67
5.2.1. Què és un greix ?	68
5.2.1.1. Components dels lípids	68
5.2.1.1.1. Els triglicèrids	68
5.2.1.1.2. Els components minoritaris	69
5.2.1.1.2.1. Monoglicèrids i diglicèrids.....	69
5.2.1.1.2.2. Àcids grassos lliures.....	70
5.2.1.1.2.3. Fosfàtids	70
5.2.1.1.2.4. Esterols	74
5.2.1.1.2.5. Alcohols grassos	76
5.2.1.1.2.6. Vitamines.....	76
5.2.2. Àcids grassos.....	78
5.2.3. Glicerol.....	79
5.2.4. Canvis durant l'escalfament i el cuinat de l'oli d'oliva	81
5.2.4.1. Oxidació dels greixos.....	82
5.2.4.2. Polimerització dels greixos.....	82
5.2.4.3. Hidròlisi dels greixos.....	83
CAPÍTOL 6. COMPROVACIÓ DE LA REDUCCIÓ DE LES PARTÍCULES EN SUSPENSÍO	84
6.1. Mètode per a mesurar el fum	84

6.2. Software utilitzat per analitzar el fum	85
6.3. Procediment per a generar el fum.....	87
6.4. Resultats obtinguts	90
6.4.1. Resultats obtinguts en condicions extremes	90
6.4.1.1. Sense fum, sense radiació UV + O ₃ + IONx2.....	90
6.4.1.2. Fum, sense radiació UV + O ₃ + IONx2.....	90
6.4.1.3. Fum, amb IONx2	91
6.4.1.4. Fum, amb O ₃	92
6.4.1.5. Fum, amb radiació UV	93
6.4.1.6. Fum, amb IONx2 + O ₃	94
6.4.1.7. Fum, amb IONx2 + radiació UV	95
6.4.1.8. Fum, amb radiació UV + O ₃	96
6.4.1.9. Fum, amb O ₃ + IONx2 + radiació UV.....	96
6.4.1.10. Fum, amb IONx2 + peròxid d'hidrogen	97
6.4.1.11. Fum, amb IONX2 + radiació UV + peròxid d'hidrogen	98
6.4.1.12. Fum, amb O ₃ + radiació UV + peròxid d'hidrogen.....	99
6.4.2. Resultats obtinguts utilitzant un filtre d'alumini tractat amb TiO ₂ i titani i dos filtres sense tractar	99
6.4.2.1. Fum, amb IONx2	100
6.4.2.2. Fum, amb O ₃	101

6.4.2.3. Fum, amb radiació UV.....	101
6.4.2.4. Fum, amb IONX2 + O ₃	102
6.4.2.5. Fum, amb radiació UV + IONx2	103
6.4.2.6. Fum, amb radiació UV + O ₃	104
6.4.2.7. Fum, amb O ₃ + IONx2 + radiació UV	104
6.4.2.8. Fum, amb IONx2 + peròxid d'hidrogen.....	106
6.4.2.9. Fum, amb O ₃ + IONx2 + peròxid d'hidrogen	106
6.5. Conclusions d'aquest capítol.....	107
CAPÍTOL 7. COMPROVACIÓ DE LA REDUCCIÓ DELS COMPONENTS VOLÀTILS RESPONSABLES DE L'OLOR	108
7.1. Mètode de detecció de cetones.....	108
7.2. Experiències amb acetona.....	112
7.2.1. Resultats obtinguts amb l'acetona	114
7.3. Experiències amb metil-etil-cetona	119
7.3.1. Resultats obtinguts amb la metil-etil-cetona	121
7.3.1.1. Campana sense filtre	123
7.3.1.2. Campana amb filtre	123
7.3.1.3. Campana amb filtre i ionitzador	124
7.3.1.4. Campana amb filtre i UV	125
7.3.1.5. Campana amb filtre i ozonitzador	125

7.3.1.6. Campana amb filtre + ionitzador + ozonitzador.....	126
7.3.1.7. Campana amb filtre + ionitzador + radiació UV	127
7.3.1.8. Campana amb filtre + radiació UV + ozonitzador	127
7.3.1.9. Campana amb filtre + ionitzador + radiació UV + ozonitzador	128
7.3.1.10. Campana amb filtre + ionitzador + radiació UV + ozonitzador + peròxid d'hidrogen	129
7.3.1.11. Retenció de la metil-etil-cetona en un filtre de carbó actiu	129
7.3.1.11.1. Campana amb el filtre de carbó actiu	130
7.3.1.11.2. Campana amb el filtre de carbó actiu saturat amb vapor d'aigua durant una hora	131
7.3.1.11.3. Campana amb el filtre de carbó actiu saturat amb vapor d'aigua durant quatre hores.....	132
7.4. Conclusions d'aquest capítol.....	132
CAPÍTOL 8. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL DELS GREIXOS	133
8.1. Tractament superficial del filtre d'alumini tractat amb diòxid de titani i titani.....	133
8.1.1. Mètode experimental	133
8.1.2. Experiències amb un microscopi de 10 augments (10x).....	135
8.1.3. Experiències al departament d'òptica i optometria de terrassa	136
8.1.3.1. Resultats obtinguts amb el microscopi	136
8.1.3.1.1. Filtre d'alumini (sense deposició física).....	137

8.1.3.1.2. Filtre d'alumini amb una deposició superficial de diòxid de titani	138
8.1.3.1.3. Filtre d'alumini amb una deposició superficial de diòxid de titani dopat amb titani	139
8.2. Comprovació de la retenció / eliminació de la fracció lipídica	140
8.2.1. Mètode de reducció d'olis	140
8.2.2. Cerca de l'eluent òptim	142
8.2.2.1. Eluents simples	144
8.2.2.1.1. Etanol / àcid acètic glacial / hexà	145
8.2.2.1.2. 2-propanol / cloroform / metiletilcetona / èter etílic.....	147
8.2.2.2. Combinacions d'eluents.....	148
8.2.2.2.1. Hexà + etanol (1:1), (1:2), (1:3)	148
8.2.2.2.2. Hexà + 2-propanol (1:1), (1,5:1), (1:1,5), (1:2)	149
8.2.2.2.3. Cloroform + metil-etil-cetona (1:1) / cloroform + àcid acètic glacial (1:1) / cloroform + etanol (2:1) / metil-etil-cetona + etanol (3:1), (2:2)	151
8.2.2.2.4. Hexà + èter etílic + 2-propanol (9:1:0,5) i (7:2:1).....	153
8.2.2.2.5. Hexà + èter etílic (9:1), (8:2).....	154
8.2.3. Proves realitzades amb oli d'oliva	155
8.2.3.1. Comportament de l'oli d'oliva recremat	155
8.2.3.2. Sense campana	156
8.2.3.3. Filtre de diòxid de titani i titani.....	157

8.2.3.4. Filtre de diòxid de titani i titani amb l'ionitzador	158
8.2.3.5. Filtre de diòxid de titani i titani amb l'ozonitzador	159
8.2.3.6. Filtre de diòxid de titani i titani amb la radiació de llum ultraviolada	160
8.2.3.7. Filtre de diòxid de titani i titani amb l'ionitzador + l'ozonitzador + la radiació ultraviolada	161
8.2.3.8. Filtre de diòxid de titani i titani amb l'ionitzador + ozonitzador + radiació de radiació ultraviolada + peròxid d'hidrogen	162
8.2.3.9. Filtre de carbó actiu + l'ionitzador + ozonitzador + radiació de radiació ultraviolada	163
8.2.3.10. Oli d'oliva amb aigua	164
8.3. Conclusions d'aquest capítol	165
CAPÍTOL 9. CONCLUSIONS	166
CAPÍTOL 10. BIBLIOGRAFIA.....	168

AGRAÏMENTS

Agraeixo en primer lloc al meu tutor, en Josep Garcia Raurich, per donar-me suport durant la realització d'aquest projecte, mostrar paciència i dedicació alhora de resoldre qualsevol dels meus dubtes, escoltar-me en tot moment i facilitar-me el material de laboratori necessari del CRESCA per a efectuar les proves del treball. També agraeixo el recolzament de la Judith Crespiera perquè sempre he pogut comptar amb ella. A en Pere Monagas per donar suport a la part experimental del projecte i proporcionar-me els mitjans per dur-ho a terme. Als companys de laboratori: A l'Azahara, en David, en Carlos, l'Óscar, l'Ahmed i a la Mercè, per crear un ambient propici per la investigació i el treball. Voldria destacar a en Christian, becari del CRESCA, per col·laborar amb mi alhora d'efectuar nombroses proves de la part experimental.

Agrair a l'empresa PANDO, S.A. pel subministrament de les campanes necessàries per fer possible els experiments. A l'empresa ITEL, S.A. per a desenvolupar el software per a detectar els fums. A l'empresa HIDROFOTON, S.L. per a permetre fer la deposició física al vapor del filtre d'alumini. I finalment, a la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa per haver-me donat accés a fer ús del seu microscopi.

En el meu àmbit més privat voldria agrair als meus pares, Gemma Roig i Salvador Alfocea per donar-me confiança i recolzar-me durant el recorregut d'aquest projecte. A la meva àvia Elvira Sánchez per les truites de patata que hem feia en els moments més àlgids.

I finalment, renovar el meu agraïment a tots els esmentats perquè han fet que aquest projecte hagi estat una experiència enriquidora, envoltada de bons moments, alguns nervis i molts somriures. Sense tots vosaltres aquest projecte no hauria estat possible.

CAPÍTOL 1. INTRODUCCIÓ

Existeixen substàncies contaminants en l'aire interior dels edificis. El seu grau de toxicitat real o potencial varia en funció de les activitats que es desenvolupen en aquests espais, l'estat sanitari dels ocupants, la infraestructura física de l'edifici i dels bens materials que conté. Tots aquests factors tenen una influència directa en l'entorn en el qual les persones estan al voltant del 60% de la seva vida laboral i domèstica.

En aquest sentit, s'observen tendències reivindicatives que apunten a gestionar amb rigor la qualitat ambiental a l'interior d'edificis i instal·lacions, fonamentant aquesta acció en criteris de seguretat, prevenció, confort i imatge, amb manifestacions individuals i col·lectives que influeixen necessàriament en les esferes empresarials, sindicals i mediàtiques.

Actualment ja hi ha diferents tecnologies destinades a l'eliminació de fongs, espores, floridures, bacteries, virus (grip Aviar i grip A), elements contaminants, compostos orgànics volàtils, partícules sòlides en suspensió, a l'igual que mals olors, fums, àcars, etc.

Una d'aquestes tecnologies és la Ionització Catalítica Radiant (RCI), considerada com una de les nanotecnologies més avançada disponible actualment per processos de regeneració i tractament de l'aire, que es basa en el principi físic de la fotocatalisi heterogènia pel qual les cèl·lules del reactor creen un plasma que difon oxidants naturals (superòxids, hidroxils, hidroperòxids, entre d'altres).

Els oxidants naturals que formen el plasma purificador, envolten les cèl·lules bacterianes i els virus, oxidant-los i reaccionant amb l'hidrogen mòbil donant lloc a la deshidratació i lisat de les cèl·lules bacterianes. Es tracta d'una solució global per a la purificació de l'aire i de les superfícies, mitjançant la combinació de: Un llum de UV d'alta densitat, un catalitzador (reactor) compost per un aliatge específic de metalls nobles, i una matriu metàl·lica amb recobriment hidròfil.

El plasma purificador realitza 4 funcions naturals: Ionització, desodorització, desinfecció i mineralització. Amb això s'aconsegueix netejar l'aire de recintes interiors, tal com la naturalesa neteja l'aire exterior, d'una manera innòcua per a les persones.

En aquest projecte s'ha volgut reduir les concentracions de contaminants presents a l'interior dels habitacles particulars, concretament a l'aire de la cuina, en el ben entès que aquest habitacle disposa d'una campana extractora.

Actualment hi ha una tendència consistent en convertir les campanes extractores simples en autèntiques estacions depuradores d'aire, sobretot quan determinades legislacions de països del nord d'Europa exigeixen la recirculació de l'aire que ha passat per la campana extractora cap a l'interior de la mateixa cuina. Així, doncs, des de el punt de vista d'aquestes normatives una campana extractora de cuina amb recirculació d'aire ha de tenir unes condicions tecnològiques semblants a una instal·lació RCI. D'aquesta manera es netejarà i filtrarà l'aire existent en la cuina domèstica, alliberant-lo un altre cop a l'interior d'aquest habitacle.

Cal dir que les campanes del mercat de gama elevada incorporen un filtre de carbó actiu, un dispositiu ineficaç donat que es satura molt fàcilment i s'ha d'anar canviant amb molta freqüència. També poden incorporar altres elements com, per exemple: Un ozonitzador, un ionitzador o un LED de llum ultraviolada, per bé que el problema és que cal un nou disseny de campana per tal que la combinació de tots aquests dispositius resulti efectiva.

Per dur a terme aquest treball es va decidir treballar amb tres dispositius: Ionitzador, ozonitzador i LED de llum ultraviolada. Es va voler determinar quin dels tres dispositius resultava més eficaç en l'eliminació dels compostos volàtils procedents dels vapors originats en la cocció d'aliments.

D'altra banda, es va incorporar el peròxid d'hidrogen, ja que aquest compost juntament amb els altres dispositius formen part d'algunes de les combinacions més potents dels anomenats processos d'oxidació avançada.

També es va fer cerca de com millorar el filtre de la campana extractora utilitzant un filtre que no estigués compost per carbó actiu, donada la seva velocitat de saturació. Es va treballar amb un filtre d'alumini en el que s'havia dipositat una capa de diòxid de titani i titani, mitjançant la tècnica de deposició física al vapor (PVD).

Es va optar per la PVD ja que actualment s'utilitza en l'elaboració de dipòsits metàl·lics en materials ceràmics i en l'elaboració de plaques fotovoltaïques de nova generació (sense silici) ja que és un dels millors suports per a realitzar reaccions redox pròpies dels sistemes d'oxidació avançada.

La part experimental d'aquest PFG s'ha dividit en tres apartats:

1. **Fums**: On es va fer cremar paper impregnat d'oli d'oliva i carbó actiu.
2. **Olors**: Les proves es van realitzar segons la norma CEI 61591:1997 modificada. Es va evaporar una mescla d'aigua amb metil-etil-cetona i es va identificar la seva presència mitjançant la prova del iodoform.
3. **Greixos**: Es va evaporar oli d'oliva i es va identificar en una placa de gel de sílice, mitjançant cromatografia de capa fina.

Totes les proves es van efectuar al laboratori de química del CRESCA. Laboratori que va proporcionar tot el material necessari per a poder realitzar totes les experiències de la part experimental del projecte. Per a poder dur a terme tot això es va fer un conveni amb una empresa especialitzada en fabricació i distribució de campanes extractores de cuina, la qual va proporcionar dues campanes amb la que poder realitzar les experiències del treball.

1.2. OBJECTIUS

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar un nou concepte de campana extractora de recirculació que pugui reduir l'olor, els fums i els greixos generats durant la cocció d'aliments, amb l'ajuda d'un nou filtre que porta incorporada una capa de diòxid de titani dopat amb titani mitjançant una deposició física al vapor, complementada per l'acció del

peròxid d'hidrogen durant el funcionament de la campana i la incorporació d'una sèrie de dispositius: L'ionitzador, l'ozonitzador i la llum ultraviolada. D'aquesta manera, potencialment, es podrà retornar un aire net i purificat, canviant així el concepte de campana a purificador d'aire.

A continuació es mostren els punts clau en els que es vol treballar en aquest projecte.

1. Comprovar si un filtre d'alumini en el que s'ha dipositat una capa de diòxid de titani dopat amb titani mitjançant la tècnica PVD ajuda a reduir la quantitat de greix que s'ha depositat en la seva superfície.
2. Introduir dins de la campana tres dispositius:
 - **L'ionitzador:** Observar si ajuda a precipitar els compostos volàtils presents en l'aire.
 - **L'ozonitzador:** Ataca als dobles enllaços dels alquens permetent el trencament dels compostos nocius presents en l'aire i la seva eliminació.
 - **La llum ultraviolada:** A 380 nm actua com a germicida dels microorganismes presents a l'aire, afectant la seva estructura molecular, impedit la seva viabilitat. També pot actuar sobre determinats substrats orgànics, actuant com iniciador de reaccions radicalàries.

En cas afirmatiu, s'observarà una reducció visible dels fums, olors presents en l'aire i en els greixos retinguts en el filtre de la campana.

3. Incorporar el peròxid d'hidrogen per determinar quin és el seu efecte al combinar-lo amb els dispositius anteriors ja que té una gran funció dins dels processos d'oxidació avançada.
4. Fer una avaluació microbiològica del filtre recobert d'una capa de diòxid de titani i titani, per tal de comprovar si redueix la càrrega microbiana.

CAPÍTOL 2. CAMPANA EXTRACTORA

2.1. QUÈ ÉS?

Una campana extractora és un electrodomèstic que absorbeix els vapors que són expulsats en la cocció d'aliments, eliminant els possibles greixos existents i els compostos volàtils a través d'un filtre, tal i com es pot observar a la figura 2.1.1.



Figura 2.1.1. Imatge d'una campana extractora.

2.2. TIPUS DE CAMPANES

Existeixen dos tipus de campana segons la seva instal·lació:

a) Descàrrega a l'exterior:

Els vapors que s'obtenen en la cocció d'aliments s'eliminen mitjançant un extractor, passant per un filtre de neteja. Finalment, s'expulsen a l'exterior de la cuina a través d'un conducte d'evacuació.



Figura 2.2.1. Campana de descàrrega a l'exterior.

b) Recirculació:

Els vapors que s'obtenen en la cocció d'aliments s'aspiren mitjançant un extractor, passant per un filtre de neteja. Aquests vapors retornen a l'interior de la cuina nets.

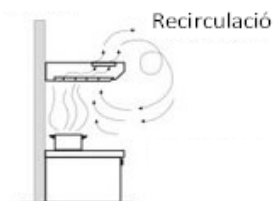


Figura 2.2.2. Campana de recirculació.

2.3. DISPOSITIUS QUE INCORPORA

Una campana integra una sèrie de dispositius, els quals es descriuen a continuació:

- **El filtre:** Ajuda a retenir les partícules en suspensió que es troben en l'aire per a que no entrin a l'extractor ni a la campana.
- **L'extractor:** Impulsa els vapors de la cuina cap a l'interior de la campana, on seran netejats.
- **La faldilla:** Dispositiu on queden retinguts els gasos.
- **Conducte d'evacuació:** En el cas de les campanes que no són de recirculació, incorporen un conducte de sortida dels vapors absorbits per la campana.

Actualment al mercat existeixen campanes extractores d'alta qualitat que incorporen una làmpada especial que produeix llum ultraviolada (UV) i ozó. Aquesta làmpada s'introdueix darrera dels filtres, o en un espai al darrera de la campana, per tal de reduir la quantitat de greixos existents a l'aire [1].

CAPÍTOL 3. PROCESSOS D'OXIDACIÓ AVANÇADA

Les Tecnologies Avançades d'Oxidació (TAOs) o Processos Avançats d'Oxidació (PAOs) [2-6] es basen en processos fisicoquímics capaços de produir canvis profunds en l'estructura química de diferents tipus de substrats, tant orgànics com inorgànics. Per aquest motiu, aquestes tecnologies s'estan emprant, cada vegada més, en l'eliminació de contaminants, preferentment en el camp de les aigües residuals ja que, fins i tot, arriben al grau de la desinfecció per inactivació de bacteris i virus.

El concepte va ser inicialment establert per Glaze i col·laboradors [3, 7-8]. Van definir els PAOs com a processos que involucren la generació i ús d'espècies transitòries altament reactives, principalment el radical hidroxil (HO^\bullet). Aquest radical pot ser generat tant per mètodes fotoquímics (inclosa la llum solar) com per altres formes d'energia (reaccions redox), i posseeix alta efectivitat per a l'oxidació de matèria orgànica ja que té un elevat potencial redox. Cal destacar que no en tots els POAs es generen radicals hidroxils i en alguns casos poden haver altres espècies oxidants implicades.

3.1. PRINCIPALS PROCESSOS NO FOTOQUÍMICS

3.1.1. OZONITZACIÓ EN MEDI ALCALÍ

L'ozó pot reaccionar en forma directa amb un substrat orgànic a través d'una reacció lenta i selectiva, equació (1), o d'una reacció radicalària afavorida en medi alcalí (ràpida i no selectiva), equació (2) [3, 8, 9-14]:



N'és un exemple, la fissió del doble enllaç $\text{C}=\text{C}$ present en els alquens. Com a conseqüència d'aquesta reacció, la molècula del substrat inicial (S) es trenca en dos fragments.



L'ozó és un poderós oxidant i eficient bactericida, aplicat des de fa molt de temps com a desinfectant d'aigües potables. El seu ús ha permès un notable millorament del gust, color, característiques de filtració i biodegradabilitat de les mateixes.

Com els compostos orgànics tractats amb aquest reactiu produeixen aldehids, cetones o àcids carboxílics, l'ozonització és un bon pretractament per a processos biològics. No produeix trihalometans (THM) o altres compostos clorats, un dels principals problemes d'altres tractaments com la cloració o l'òxid de clor. L'ozó pot produir-se fàcilment in situ per descàrrega elèctrica en corrent d'aire, i no deixa olors ni gustos residuals.

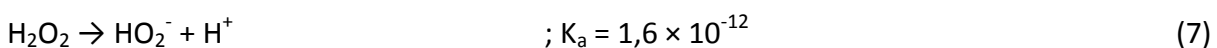
3.1.2. SISTEMA OZÓ I PERÒXID D'HIDROGEN (O₃/H₂O₂)

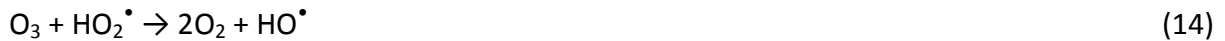
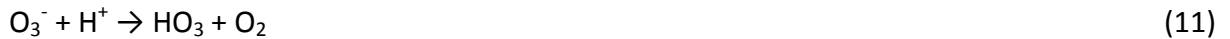
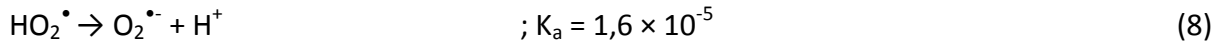
L'ozonització transforma els contaminants en compostos més simples, més refractaris al reactiu. S'aconsegueix una millora agregant aigua oxigenada (H₂O₂) [11]. L'H₂O₂ és un àcid feble, amb fort poder oxidant, iniciador del mecanisme radicalari de l'ozó, afavorint el procés d'ozonització [15].



S'anomenen dismutacions a les reaccions redox on un element és al mateix temps oxidat i reduït, com l'aigua oxigenada, que allibera oxigen elemental i aigua.

Es combina l'oxidació directa (i selectiva) de l'ozó amb la reacció ràpida i poc selectiva dels radicals HO[•] amb els compostos orgànics. L'H₂O₂ pot iniciar la descomposició d'O₃ per transferència d'electrons [3]. La reacció genera HO[•] consumint H₂O₂ i O₃, equació (6), a través d'un mecanisme en cadena mostrat en les equacions (7) i (8) a (14):





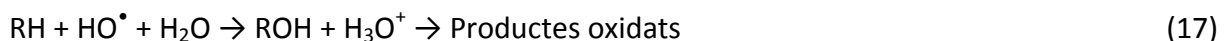
El procés s'accelera a pH alcalí, com es dedueix dels pre-equilibris (7) i (8) [8].

A partir de certa concentració el peròxid d'hidrogen actua com captador de radicals.

3.1.3. REACTIU DE FENTON

Els coneguts assajos de Fenton de finalitats del segle XIX van demostrar que les solucions de peròxid d'hidrogen i sals ferroses provocaven l'oxidació dels àcids tartàrics, màlics, i altres compostos orgànics [12]. Més tard, Haber i Weiss (1932) van suggerir que es formava HO^\bullet [3, 13] per la reacció (15).

Aquests radicals podien reaccionar després per dues vies, l'oxidació de Fe (II) i l'atac a la matèria orgànica:



La reacció Fenton és molt útil per degradar contaminants, ja que és molt efectiva en la generació de radicals hidroxils. Tot i així, un excés de ions Fe^{2+} o bé un excés de peròxid

d'hidrogen, és contraproductent ja que s'afavoreixen les reaccions (15, 16 i 17). Aquestes, són reaccions competitives que consumeixen els radicals hidroxils evitant així que aquests radicals reaccionin amb el contaminant a degradar.

3.1.4. PLASMA NO TÈRMIC

El plasma és considerat el quart estat de la matèria que conté ions i electrons lliures (gas elèctric). El plasma pot generar-se, en forma no tèrmica, per una descàrrega elèctrica o bombardeig d'un gas amb un feix d'electrons d'alta energia. L'energia dels electrons en el plasma és d'uns 10 eV, la qual cosa equival a temperatures elevades.

Aquest plasma és una font d'espècies reactives altament reductores i oxidants, com O₃, H, N, entre altres.

La presència d'aquestes espècies permet la utilització del mètode en múltiples aplicacions: Deposició de SO_x i NO_x de gasos de fuga, descomposició d'hidrocarburs alifàtics i alifàtics halogenats, tractament de gasos de sortida industrials i de incineradores, tractament de VOCs en sòls i aigües subterrànies (prèvia transferència a la fase vapor per bombament), tractament de sòlids contaminats amb VOCs (prèvia aplicació de calor i fluïdització en un gas inert), etc.. [14].

La tècnica no genera subproductes tòxics, com a dioxines o furans, opera a pressions i temperatures properes a l'ambient, no requereix combustible (minimitza residus secundaris).

A part dels processos comentats anteriorment, existeixen una sèrie de processos no fotoquímics que tenen aplicació en l'aigua, com l'oxidació electroquímica, la radiòlisis γ i el tractament amb feixos d'electrons, o la descàrrega electrohidràulica-ultrasò.

3.2. PRINCIPALS PROCESSOS FOTOQUÍMICS

3.2.1. SISTEMA LLUM ULTRAVIOLADA I PERÒXID D'HIDROGEN (UV/H₂O₂)

La UV/H₂O₂ es duu a terme a través de dues etapes d'oxidació. En el primer pas, la llum UV catalitza la dissociació del peròxid d'hidrogen en radicals hidroxil a través de reaccions en cadena. Aquesta fotòlisi es produeix per a longituds d'ona inferiors a 254 nm, donat que l'absorció del H₂O₂ arriba al seu màxim a 220 nm.



L'ús UV/H₂O₂ ofereix grans avantatges: L'oxidant és comercialment molt accessible, i és tèrmicament estable. Aquesta tecnologia ha demostrat ser eficaç en la destrucció de molts microcontaminants presents en l'aigua subterrània (Per exemple: El MTBE, el perclorat, pesticides, 1,4-dioxà, etc.) i aigua de superfície (productes farmacèutics i de cura personal, de sabor i d'olor, tals com a compostos MIB i geosmina) a través de l'oxidació química directa.

3.2.2. SISTEMA LLUM ULTRAVIOLADA I OZÓ (UV/O₃)

Aquest procés es caracteritza per utilitzar una font de radiació ultraviolada durant el procés de generació de radicals hidroxil. Aquesta radiació ajuda a l'etapa d'iniciació de la reacció radicalària augmentant la producció de ROS (Espècies Reactives d'Oxigen). L'ozó es descompon mitjançant la llum, generant oxigen elemental, el qual generarà peròxid d'hidrogen.

Les equacions de formació de radicals hidroxil mitjançant aquest sistema són les següents:



A més aquest peròxid d'hidrogen format, es descompon també per acció de la llum ultraviolada generant el radical hidroxil.

3.2.3. FOTOCATÀLISI HETEROGÈNIA

El procés de fotocatalisi heterogènia per a l'eliminació de compostos orgànics volàtils (COVs) es basa en l'oxidació d'aquests compostos indesitjables presents en l'aire mitjançant un sòlid (un catalitzador semiconductor, el fotocatalitzador heterogeni) que és activat per llum d'una determinada longitud d'ona (es pot dur a terme per adsorció directa o indirecta de fotons de llum). Per tant, els components necessaris perquè la reacció de fotocatalisi tingui lloc són: Un compost a degradar, un compost oxidant (com és l'oxigen contingut en l'aire), un mitjà on es produeix la reacció (en aquest cas el propi aire), un fotocatalitzador, i una font de llum ultraviolada ja sigui natural (provinent del sol) o artificial (làmpada UV).

La fotocatalisi és una reacció catalítica que involucra l'absorció de llum per part d'un catalitzador o substrat.

Les reaccions fotocatalítiques d'oxidació o reducció tenen lloc en la interfase entre el sòlid excitat i la solució en que es troba, sense que el catalitzador (sòlid) pateixi canvis químics. En la interfase hi ha una densitat de càrrega local diferent a la del sí de la dissolució, produint-se un camp elèctric que actua com a font impulsora del procés de transferència de càrrega.

L'excitació del semiconductor pot ser generada per dues vies diferents:

- Per excitació directa del semiconductor, de manera que aquest és el que absorbeix els fotons usats en el procés.
- Per excitació inicial de les molècules adsorbides en la superfície del catalitzador, les quals són capaces d'injectar càrregues (electrons) al semiconductor.

Per tant, un sistema fotocatalític consisteix en partícules de semiconductor suspeses en un dissolvent, que quan són il·luminades amb una radiació d'energia suficient (ja sigui llum solar o artificial) es fotoactiven, donant lloc a reaccions d'oxidació/reducció en la interfase. Aquest procés es troba esquematitzat en la figura 3.2.3.1.

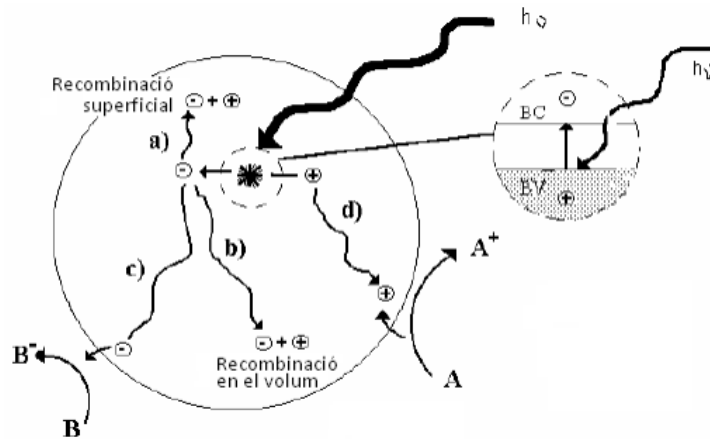


Figura 3.2.3.1. Reaccions d'oxidació/reducció en la superfície del semiconductor, segons Mills i Hunte (1997).

La vida mitja del parell electró/buit és de l'ordre dels nanosegons. Durant aquest temps, les càrregues generades han de desplaçar-se fins la superfície exterior del semiconductor i reaccionar amb els compostos en dissolució, donant reaccions d'oxidació (procés d de la figura 3.7.1.) o reducció (procés c) [15]. Els parells d'electró/buit que no aconsegueixen separar-se ni reaccionar amb d'altres espècies químiques es recombinen entre ells i l'energia es dissipa. Aquest fenomen es pot donar tant al sí de la partícula (procés b) com a la superfície (procés a). El procés net és la catàlisi de la reacció entre el reductor A i l'oxidant B, regenerant-se el catalitzador (Mills i Hunte, 1997).

Existeixen diversos materials amb propietats idònies per actuar com a fotocatalitzadors, com són el TiO_2 , ZnO , CdS , ZnS , WO_3 i òxids de ferro entre d'altres. Aquests materials són econòmicament assequibles, i molts d'ells participen en processos químics en la natura. A més, poden ser excitats amb radiació de no molt alta energia, com la de la llum del sol que incideix a la superfície terrestre ($\lambda > 310 \text{ nm}$). Un dels fotocatalitzadors més emprats és el TiO_2 , ja que té una elevada estabilitat química, és barat i no és tòxic.

A part dels processos esmentats anteriorment, existeixen una sèrie de processos que tenen aplicacions en l'aigua, com el sistema Foto-Fentó, Ferrioxalat i altres complexes de Fe (III) , UV/Periodat.

CAPÍTOL 4. MODIFICACIONS PROPOSADES

Aquest capítol inclou l'explicació de cadascun dels dispositius (ionitzador, ozonitzador i llum ultraviolada), químic (peròxid d'hidrogen) i procés físic (deposició física al vapor) emprats en aquest projecte per tal de millorar el funcionament de la campana extractora amb la finalitat d'eliminar els compostos volàtils presents en l'aire, olors i greixos depositats en els filtres de la campana, originats en la cocció d'aliments.

La campana que es va utilitzar durant la realització de les experiències tenia incorporada tres filtres. Els dispositius es van col·locar a l'espai que restava quan s'extreia el filtre del centre, donat que era el filtre que connectava amb l'entrada del sistema d'aspiració de la campana, tal i com s'observa a la figura 4.1.



Figura 4.1. Imatge de la distribució dels dispositius dins la campana.

4.1. LLUM ULTRAVIOLADA

En aquest projecte es van utilitzar dos LEDs de llum ultraviolada (un emissor i un receptor), d'una longitud d'ona de 380 nm amb una potència de 120 mW cadascun. Es van situar un a cada extrem de l'espai central de la campana, un davant de l'altre, tal i com s'observa a la figura 4.1.1. de tal manera que estiguessin connectats entre sí.



Figura 4.1.1. Imatge dels LEDs de llum ultraviolada.

4.1.1. CARACTERÍSTIQUES DE LA LLUM ULTRAVIOLADA

La font més important de llum ultraviolada és el sol. La llum solar és l'energia responsable de la vida a la terra. El seu espectre cobreix longituds d'ona de 280 a 3000 nm a nivell del mar. La radiació no visible en l'interval de longitud d'ona entre 100 i 400 nm es coneix com a radiació ultraviolada, UVR. D'acord amb la CIE (Commission International de l'Éclairage) aquesta radiació es divideix en UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) i UVA (315-400 nm) [16].

En el 1878, Downs i Blunt van fer públic, per primera vegada, els efectes germicides de l'energia radiant del sol, tot i que les aplicacions pràctiques van requerir el desenvolupament de la llum de vapor de mercuri com a font de llum UV artificial en el 1901 i el reconeixement del quars com a l'embolcall ideal d'aquesta llum en el 1905 [17].

Les aplicacions pràctiques de desinfecció UV depenen de fonts artificials d'UV. Les fonts d'UV més comunes són llums d'arc de mercuri de baixa i mitja pressió que estan disponibles comercialment.

4.1.2. PROCÉS DE UV

La llum UV és una forma d'energia que es transmet o viatja en forma de fotons. Això significa que perquè funcioni com a germicida, és necessari que el microorganisme sigui il·luminat o irradiat pels fotons de llum UV, és a dir, ha de ser exposat al feix de llum UV [18].

La llum UV a 254 nm és un germicida molt eficient dels microorganismes presents a l'aire, afectant a la seva estructura molecular, esterilitzant-los i impeding la seva reproducció [19].

El sistema de desinfecció amb llum ultraviolada (UV) transfereix energia electromagnètica des d'una llum de vapor de mercuri al material genètic de l'organisme (ADN o ARN). Quan la radiació UV penetra en les parets de la cèl·lula d'un organisme, ataca al material genètic, i destrueix l'habilitat de reproducció de la cèl·lula.

Existeixen diversos camps d'aplicació de desinfecció amb la llum ultraviolada (UV). Pel que fa al sector de l'aigua, es pot fer servir tant per potabilitzar l'aigua de consum com per tractament per a recuperar aigües residuals.

D'altra banda, en el sector de l'aire s'empra per a controlar tant àmbits comercials (laboratoris, restaurants, aquaris, etc.) com àmbits industrials (farmacèutiques, productes làctics, tèxtils, cosmètics, etc.).

L'ús de la desinfecció amb UV en l'aire redueix les pèrdues per podridures dels aliments durant l'emmagatzematge, redueix el malestar de la gent amb asma o problemes respiratoris, els laboratoris es mantenen microbiològicament nets, s'aconsegueix un millor aïllament d'infeccions a les sales dels hospitals i es garanteix una millor protecció microbiològica en general. El tractament amb ultraviolat es mostra com un sistema eficaç en la lluita contra la contaminació bacteriana i especialment contra patògens resistents a antibiòtics.

4.1.3. FORMACIÓ DE LA LLUM ULTRAVIOLADA

4.1.3.1. LÀMPADA UV

La UV es pot produir artificialment, mitjançant làmpades UV, conegudes com a làmpades germicides, semblants als fluorescents. La llum ultraviolada és emesa com a resultat d'un flux de corrent (arc fotovoltàic) que incideix en els pols, a través d'uns tubs de quars que contenen un gas inert (vapor de mercuri) a baixa pressió (emissor).

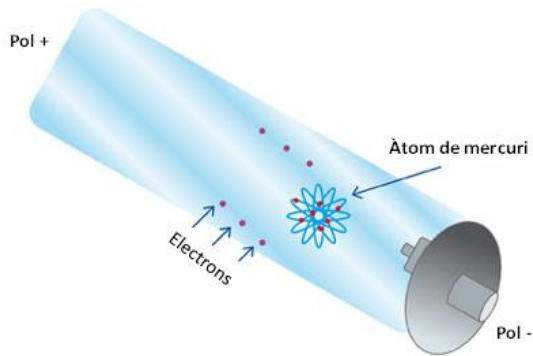


Figura 4.1.3.1.1. Esquema d'una làmpada UV.

D'aquesta manera s'ionitzen els àtoms de mercuri (Hg), és a dir, els àtoms reben una càrrega elèctrica, on els elèctrodes de la làmpada incrementen la seva energia fins a convertir-los en fotons de llum UV, produint la major part de la seva emissió a uns 254 nm [18]. A la figura 4.1.3.1.1. s'observa un esquema d'una làmpada de radiació de llum ultraviolada.

4.1.3.2. LED UV

Un LED (acrònim de l'anglès de Light Emitting Diode) o díode emissor de llum és un dispositiu semiconductor que emet llum incoherent (llum en la que la fase i l'amplitud varien aleatòriament) d'espectre reduït quan es polaritza de forma directa la unió PN (és l'estructura fonamental dels components electrònics comunament denominats semiconductors) del mateix, i circula per ell un corrent elèctric.

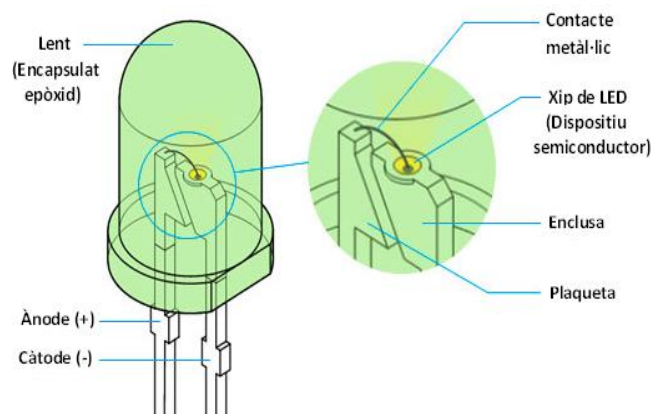


Figura 4.1.3.2.1. Esquema d'un LED.

Aquest fenomen és una forma d'electroluminescència. El color, depèn del material semiconductor emprat en la construcció del díode i pot variar des de l'ultraviolat, passant pel visible, fins a l'infraroig. Els díodes emissors de llum que emeten llum ultraviolada també reben el nom de LED UV i els que emeten llum infraroja es diuen IRED [20]. A la figura 4.1.3.2.1. es pot veure un esquema dels components que formen el LED de llum ultraviolada.

4.2. IONITZADOR

Es van utilitzar dos ionitzadors (IONx2, abreviació que s'ha utilitzat per a referir-se als ionitzadors), amb una aportació cadascun de l'ordre de 6 milions cm^3/segon d'ions amb polaritat negativa. Es van situar de la mateixa manera que en el cas de la llum ultraviolada, de manera que quan la campana estigués en funcionament i aspirés els gasos pel conducte d'entrada, els ionitzadors, encarats entre sí, actuessin i fessin precipitar les partícules volàtils de l'aire.



Figura 4.2.1. Imatge de l'ionitzador.

A la figura 4.2.1. es pot observar com es van col·locar els dispositius. Abans de començar a fer les experiències que necessitessin l'ús dels ionitzadors, es va procedir a comprovar que aquests funcionaven. Per aquesta raó es va connectar un comptador d'ions presents a l'aire, tal i com s'observa a la figura 4.2.2, per a verificar que l'ionitzador generava ions i funcionava.



Figura 4.2.2. Imatge del comptador d'ions.

4.2.1. PRINCIPIS DE L'IONITZADOR

L'ió és una partícula carregada elèctricament, formada per un àtom o molècula que no és elèctricament neutra. Per a comprendre el significat de l'ionitzador, s'ha d'entendre el concepte d'àtom i de molècula.

Un àtom es compon d'un nucli central, carregat d'electricitat amb polaritat positiva (+), al voltant del qual giren electrons, carregats també d'electricitat, però en aquest cas amb polaritat negativa (-). La càrrega elèctrica del nucli iguala a la càrrega elèctrica de la suma dels electrons, per tant, en aquest cas, el total és elèctricament neutre, ja que les càrregues i polaritats estan en equilibri.

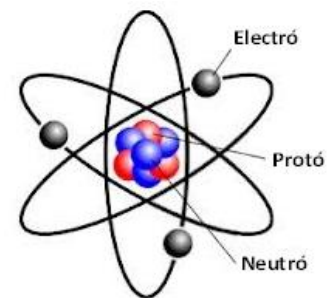


Figura 4.2.1.1. Esquema d'un àtom.

D'aquesta manera succeeix el mateix amb una molècula, la qual és neutra quan les seves càrregues elèctriques estan compensades. Una molècula és la partícula més petita que presenta totes les propietats físiques i químiques d'una substància composta. Les molècules

es troben formades per dos o més àtoms. En el cas de tractar-se d'un element químic, la partícula més petita que presenta totes les propietats físiques i químiques és l'àtom.

Si per alguna circumstància un àtom o una molècula perden un o diversos electrons (càrrega negativa), apareix una càrrega positiva, ja que predomina la càrrega elèctrica del nucli que és positiva. D'aquesta manera, apareix un ió positiu o catió. D'altra banda, si l'àtom o molècula incorpora (guanya) en les seves òrbites un o més electrons, predomina la càrrega d'aquests (negativa) sobre la càrrega del nucli. D'aquesta manera, apareix una càrrega total negativa, és a dir, un ió negatiu, o anió.

Normalment, a l'aire que es respira hi ha la presència d'ions, tant positius com negatius. De fet, és una electricitat present en l'atmosfera de la Terra, amb variacions locals de vegades molt pronunciades. La relació usual en el camp és de cinc partícules positives per cada quatre negatives.

Els ions positius es formen per l'acció dels rajos ultraviolats del sol i pels rajos còsmics a la part externa de l'atmosfera terrestre, mentre que els ions negatius es formen per les descàrregues elèctriques dels llamps i per l'emissió de la radioactivitat natural de la Terra. Pel que fa a l'alta atmosfera, l'oxigen absorbeix en l'interval d'alta energia (UVC), en canvi l'ozó ho fa en l'interval (UVB) que és menys energètic. En canvi, les longituds d'ona més llargues travessen parcialment l'atmosfera i arriben fins la superfície de la Terra.

A la figura 4.2.1.2 es mostra el procés global d'absorció d'energia per part dels gasos majoritaris de l'atmosfera terrestre.

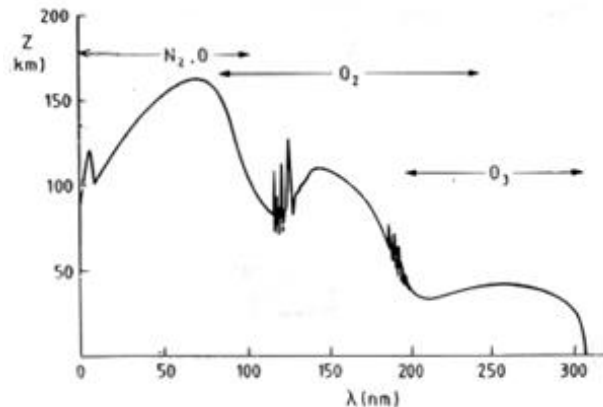


Figura 4.2.1.2. Espectre d'absorció combinada dels principals absorbents de radiació solar en l'alta atmosfera.

Les radiacions inferiors als 200 nm resten retingudes a la ionosfera i a la mesosfera per l'acció del nitrogen, àtoms lliures d'oxigen i oxigen molecular. En canvi, la llum entre 200 i 300 nm arriba fins a l'estratosfera on, per sota dels 50 km, és absorbida sobretot per l'ozó. Finalment, la radiació de més de 320 nm arriba fins la superfície de la Terra, en el ben entès que una petita fracció de la radiació UVB també hi arriba, la qual cosa permet la formació de radicals lliures hidroxils (OH^\cdot) que netegen la troposfera.

Una font natural d'ions negatius consisteix en la micronització de l'aigua durant les pluges fortes, en les cascades, i en el flux i reflux del mar quan està molt agitat, per efecte del fregament experimentat en aquestes condicions.

En zones concretes del planeta, existeixen factors que alteren significativament la proporció d'ions d'un signe o d'un altre. Així, les tempestes que apareixen per fregaments entre núvols porten a les seves zones d'influència una elevada proporció d'ions positius. Cal dir però, que en cas de vent, unes hores o dies abans que descarregui una tempesta es pot detectar una alteració elèctrica que es desplaça més ràpidament que el front atmosfèric, per la qual cosa l'aire està carregat amb un excés d'ions positius.

A les ciutats existeix un "microclima" carregat d'energia electrostàtica profundament alterat amb ions positius mesurables, és quan es parla de contaminació electrònica, del smog.

D'altra banda, també existeixen petites zones on l'ionització negativa és especialment bona, allà on existeixi un bon "microclima" amb reduïda càrrega electrostàtica hi ha un grau major d'ionització negativa, a causa de la humitat constant o que el subsòl és lleugerament més radioactiu que el comú. Cal destacar que la radioactivitat de la terra és un dels factors d'ionització.

4.2.2. PROCÉS D'IONITZACIÓ

Els ionitzadors generen ions negatius per poder contrarestar l'acció dels ions positius que hi ha a l'ambient. D'aquesta manera, els ions positius i negatius s'entrellacen. D'aquesta manera les partícules polaritzades tendeixen a neutralitzar-se, es tornen més pesades i precipiten d'una manera més ràpida contra el sòl, on es poden recollir.

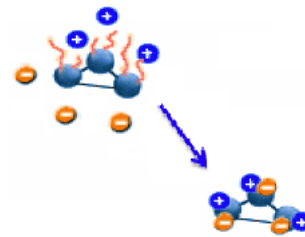


Figura 4.2.2.1. Esquema de la polarització dels ions.

S'evita que flotin i que els humans i animals respirin directament aquelles partícules que poden estar polaritzades i ser nocives, demostrant que l'enriquiment de l'aire amb ions negatius ajuda a respirar millor, per la qual cosa es pot dir que neteja l'aire per efecte de la neutralització de la càrrega elèctrica de les partícules i la seva precipitació.

La majoria de les partícules que estan en suspensió a l'aire, com la contaminació ambiental, VOCs, pol·len, àcars, bacteris, tenen una càrrega positiva, així com els aparells elèctrics presents en les nostres llars que emeten una càrrega positiva, reduint la quantitat d'ions negatius de l'aire. D'aquesta manera l'ionitzador ajuda a augmentar els ions negatius existents en l'ambient.

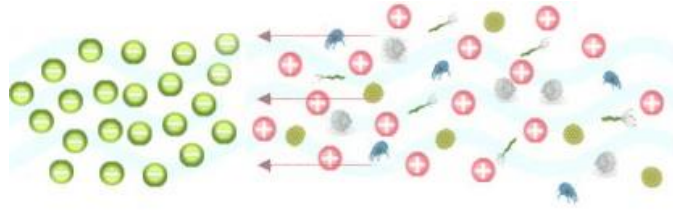


Figura 4.2.2.2. Esquema de l'atracció entre cations i anions.

Cal destacar que l'ionitzador també genera ozó. Cal, doncs, que generi ions negatius en abundància i poc ozó ja que, quan aquest es troba en concentracions elevades a l'aire, pot generar efectes nocius. S'ha de tenir en compte que la quantitat d'ozó que es genera no pot superar els nivells establerts per la Unió Europea, que són de 0,1 parts per milió (ppm).

4.2.3. FORMACIÓ D'IONS NEGATIUS

Els ions negatius es poden generar artificialment a través de dispositius elèctrics que utilitzen una font d'alimentació externa (electricitat) per generar grans quantitats d'ions negatius.

La font emissora dels anions (ions negatius) és una "pinta" composta aproximadament per 10.000 "pues" de fibres de carboni, on el diàmetre de cada fibra és de 0,07 μm . Cada una d'aquestes fibres allibera ions negatius [21].

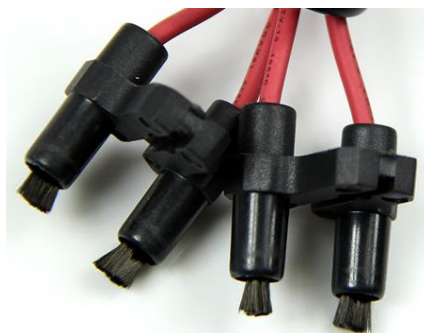


Figura 4.2.3.1. Imatge de les fibres de carboni d'un conjunt d'ionitzadors.

Per a generar aquesta quantitat d'anions es necessita un elevador de tensió. Partint d'un circuit alimentat per una tensió contínua de 12 V es genera una tensió contínua polsant d'ona quadrada de 3 kV.

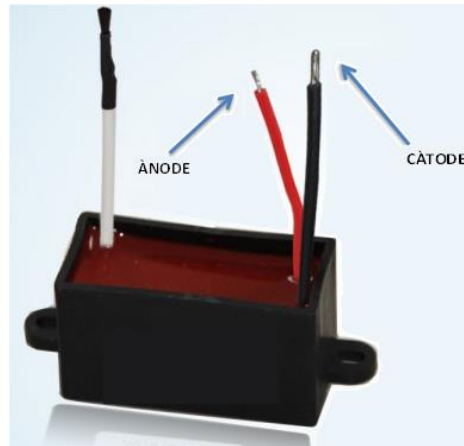


Figura 4.2.3.2. Imatge del sistema d'un ionitzador.

4.3. OZONITZADOR

L'ozonitzador que es va incorporar en la campana tenia una aportació de 0,05 ppm, mesures realitzades segons l'estàndard de test UL 867 (número 37) mitjançant el mesurador d'ozó Aeroqual Sèrie 500 + sensor Head Ozone 0-500 ppm (mínim 0,001 ppm/màxim 1 ppm). Es va utilitzar un cartutx que generés ozó quan estigués connectat a una corrent elèctrica. A la figura 4.3.1. s'observa el dispositiu que es va utilitzar en les proves.



Figura 4.3.1. Imatge de l'aparell utilitzat com a ozonitzador.

4.3.1. PRINCIPIS DE L'OZÓ

L'ozó és un gas incolor que existeix naturalment a l'atmosfera a una alçada de 20-30 km (estratosfera), i protegeix tota espècie de vida a la Terra de la nociva acció de la radiació ultraviolada (UV). També es pot produir artificialment fusionant la molècula d'oxigen mitjançant algun dels següents mètodes: Per descàrrega elèctrica, llum ultraviolada o per reaccions electrolítiques i químiques [22].

L'ozó és una forma al·lotròpica de l'oxigen amb la fórmula O₃ (trioxigen). És inestable i es descompon amb certa facilitat en oxigen normal (O₂) i oxigen naixent, que és un fort oxidant (O₂⁻). Aquest procés és promogut per la presència de metalls de transició o pels seus òxids. La principal conseqüència de la inestabilitat de l'ozó és que no es pot emmagatzemar ni transportar per a distàncies que impliquin un llarg període de temps, per tant la seva producció s'ha d'efectuar en el moment i en el lloc d'utilització.

Industrialment s'obté produint una descàrrega elèctrica de gran diferència de potencial, que crea una nova molècula formada per tres àtoms d'oxigen que actua sobre compostos orgànics (principals components de la contaminació ambiental), bacteries, virus, i fongs, destruint-los i impeding la seva formació.

L'ozó és un gas de color blau pàl·lid, soluble en l'aigua, irritant, explosiu i tòxic fins i tot a molt baixes concentracions. És un poderós agent oxidant, capaç de participar en moltes reaccions químiques ja siguin d'origen orgànic o inorgànic. El poder oxidant de l'ozó és clarament superior al de l'oxigen. L'oxigen es combina amb tots els elements, ho fa a temperatures altes, mentre que l'ozó reacciona amb nombroses substàncies en condicions en les quals l'oxigen seria inactiu [23].

El potencial d'oxidació de l'ozó [24] a pH=0 és:



Sent superior al del clor (1,36 V) o al del peròxid d'hidrogen (1,77 V). En medi àcid el poder oxidant de l'ozó és superat únicament pel fluor, l'ió perxetat, el radical OH^\bullet i poques altres espècies.

4.3.2. OZONÒLISI

L'ozonòlisi consisteix en afegir ozó per atacar al doble enllaç del carboni d'un alquè (addició electrofílica al doble enllaç).

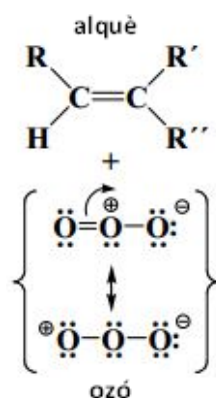


Figura 4.3.2.1. Esquema del procés de l'ozonòlisi.

En aquest camp cal destacar l'ús de l'ozó per a obtenir compostos carbonílics: Aldehids o cetones (a partir d'olefines), per descomposició reductiva; o per a obtenir àcids o cetones (a partir d'olefines), per descomposició oxidativa.

Els mecanismes que influeixen durant l'oxidació amb ozó depenen en la majoria dels casos del pH de la solució. Així, per a condicions àcides, l'oxidació directa es presenta amb ozó molecular, mentre que, per a condicions bàsiques o combinació amb UV i/o peròxid d'hidrogen predomina l'oxidació deguda al radical hidroxil OH^\bullet (mecanisme fonamental quan el propòsit de la utilització de l'ozó és l'oxidació o la conversió de composts recalcitrants) [25].

Els camps d'aplicació de l'ozó són amplis i variats. A continuació es citen alguns d'ells:

- **Potabilització:** L'ozó s'usa per facilitar els processos de filtració i com a agent desinfectant. El principal efecte de l'ozonització de l'aigua és l'oxidació de substàncies orgàniques i inorgàniques, així com l'eliminació de la terbolesa o suspensió de sòlids per microfloculació. D'aquesta manera s'eliminen les olors i el color sense generar cap tipus de residu. El principal avantatge de l'ozó davant el clor és que no solament elimina els bacteris sinó que també destrueix els virus i paràsits. [26].
- **Tractament d'aigües residuals:** Durant anys el clor va ser el gas més utilitzat pel tractament d'aquest tipus d'aigües. La presència de compostos orgànics cancerígens en aigües tractades, atribuïts a abocaments clorats de plantes de tractament d'aigües residuals, ha fet intercanviar l'ús del clor per l'ozó. El tractament d'aigües residuals amb ozó evita la formació d'aquest tipus de compostos. A part de les seves qualitats com a desinfectant, disminueix la terbolesa i millora el color de l'aigua [27].
- **Blanqueig:** L'impacte ambiental de l'ús del clor i derivats clorats en el blanqueig de la polpa de paper va fer considerar l'ús de l'ozó com una via alternativa. Estudis realitzats en aquest camp, van demostrar que les reaccions de blanqueig amb ozó transcorren a velocitats elevades, proporcionant un grau de blanqueig considerable per a les quantitats d'ozó aplicades [28].
- **Conservació d'aliments en cambres frigorífiques:** L'ús de l'ozó en la indústria alimentària evita la proliferació de bacteris i floridures i per tant l'alteració del producte final.

Es sap que el fred en la conservació de productes peribles com a carns, peixos, llet, fruites, etc., és imprescindible, ja que a baixes temperatures s'inhibeixen les activitats enzimàtiques i microbianes, responsables de l'alteració dels productes esmentats anteriorment. No obstant això, molts d'aquests microorganismes romanen en els aliments i en l'ambient sota diferents formes de resistència, que poden tornar a convertir-se en el microorganisme actiu quan les condicions de temperatura siguin

favorables. D'altra banda, existeixen uns microorganismes, els psicròfils, capaços de créixer a temperatures baixes, properes als 0°C.

El fet que el fred per si solament, tingui propietats atenuants tant en el camp de la desinfecció com en la desodorització, contribueix al fet que al cap del temps s'impregnin les parets de les cambres frigorífiques tant de microorganismes com de substàncies volàtils que poden donar lloc a alteracions bacterianes i organolèptiques dels productes a conservar, reduint així el temps de manteniment en les càmeres.

Existeixen molts sistemes que recolzant l'acció del fred, tracten de purificar l'ambient de les cambres frigorífiques amb la finalitat d'aconseguir una major desinfecció i desodorització, allargant la vida del producte. Entre aquests es poden citar les radiacions ultraviolades, carboni actiu, composts d'amoni quaternari, aldehyd fòrmic, permanganat potàssic, etc. La majoria d'aquests productes presenten inconvenients, els més habituals consisteixen en el previ buidatge de les càmeres i a deixar residus que poden resultar tòxics.

L'ozó a causa de les seves propietats com a desinfectant i desodoritzant, la seva mínima toxicitat i fàcil eliminació, no deixa cap residu després de la seva aplicació. La seva utilització seria de gran eficàcia en les càmeres de fred, com a substitutiu dels anteriors.

L'ús d'ozó en cambres frigorífiques està regulat des del 1985 pel B.O.I. nº 39 del 14/02/1985, RD 168/1985. Així mateix *l'American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning* cita la utilitat de l'ozó en la conservació d'aliments refrigerats. Les dosis d'aplicació d'ozó en càmeres de fred varien de 0,6 a 1,6 mg/m³, depenent de les condicions de temperatura, humitat i del tipus de producte a conservar [29].

- **L'ozó en Medicina (ozonoteràpia):** L'ozó ha tingut aplicacions mèdiques des de la I Guerra Mundial com a cicatritzant, aconseguint una ràpida desinfecció. Auborg (1935) va incloure l'ozonoteràpia per mitjà d'insuflacions rectals (a través de l'anus), pel tractament d'infeccions vesicals i en patologia intestinal. Aquest autor va descobrir l'augment del

potencial oxidatiu de la sang, el que va ser corroborat pels doctors Wenning i Albergs (1956) [30].

L'ozó és un agent antimicrobià d'ampli espectre. És actiu davant bacteris, fongs, virus, protozous, espores fúngiques i bacterianes [31]. Permet la inactivació de microorganismes atacant a un gran nombre de constituents cel·lulars: Proteïnes, lípids insaturats i enzims respiratoris en les membranes cel·lulars, peptidoglicans en embolcalls cel·lulars, enzims i àcids nucleics del citoplasma, proteïnes i peptidoglicans en cobertes d'espores i càpsides de virus [32].

Khadre i Yousef van proposar que la superfície cel·lular del bacteri és el primer lloc d'activitat de l'ozó [33] mentre que Scott i Lesher (1963) van indicar que els dobles enllaços dels àcids grassos insaturats que componen la coberta cel·lular són el primer lloc d'atac [34]. Altres components de les cobertes cel·lulars susceptibles de ser oxidats per l'ozó són les membranes lligades a enzims, glicoproteïnes i glicolípidis conduint a la sortida el contingut cel·lular i eventualment causant la lisis (trencament de la membrana cel·lular) [35].

4.3.3. FORMACIÓ D'OZÓ

S'aplica un alt voltatge (6.000-20.000 V) a dos elèctrodes i aquest voltatge produeix un arc. En aquest arc, part de l'O₂ es transforma en O₃.

Els mètodes més utilitzats per generar ozó són: Descàrregues elèctriques, radiació ultraviolada i electròlisi. D'aquests tres mètodes el més destacat, per la seva eficàcia i implementació, és el mètode de la descàrrega elèctrica (corona). A continuació, es descriu el funcionament del mètode per descàrrega elèctrica.

Per formar la molècula d'ozó es necessita una cel·la, tal i com es pot veure a la figura 4.3.3.1. formada per dos elèctrodes separats per una distància, de l'ordre dels mil·límetres (a aquest espai se li coneix com a espai de descàrrega).

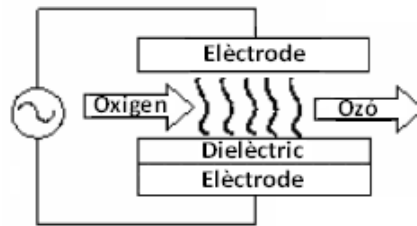
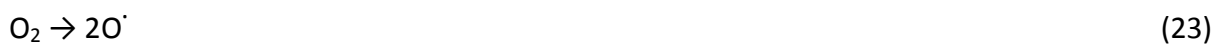


Figura 4.3.3.1. Cel·la generadora d'ozó per descàrreges elèctriques.

Sobre un dels elèctrodes es col·loca un material dielèctric, i en l'espai de descàrrega s'injecta un flux d'aire o d'oxigen d'alta puresa, el qual proveeix oxigen per a la formació de l'ozó. Per a que funcioni la cel·la, es connecta als elèctrodes un senyal elèctric altern, el qual permet la creació d'un camp elèctric intens. Aquest camp elèctric s'encarrega d'accelerar els electrons que es troben en l'espai de descàrrega, de manera que en la trajectòria del recorregut d'aquests electrons, xoquen amb les molècules d'oxigen i aconseguen la dissociació dels seus àtoms. El següent pas per a la formació de la molècula d'ozó és la reacció entre un d'aquests àtoms i una molècula d'oxigen [36].

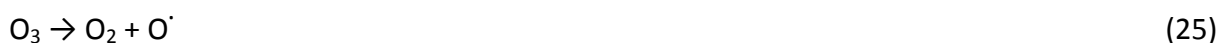
De forma esquemàtica, una molècula d'oxigen es descompon en dos àtoms lliures d'oxigen per efecte del camp elèctric al qual està sotmesa.



Un àtom lliure (radical lliure) d'oxigen interacciona amb una molècula neutra d'oxigen i es forma una molècula d'ozó.



Com que l'ozó és termodinàmicament inestable, fàcilment es descompon tornant a la molècula d'oxigen neutre i tornant a alliberar el radical lliure d'oxigen.



D'aquesta manera es produeix una seqüència de reaccions en cadena, que es pot resumir en l'equilibri següent.



4.4. PERÒXID D'HIDROGEN

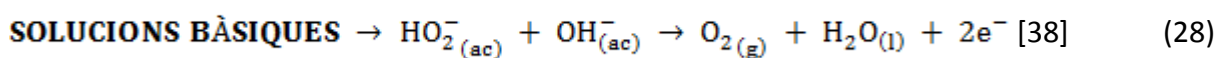
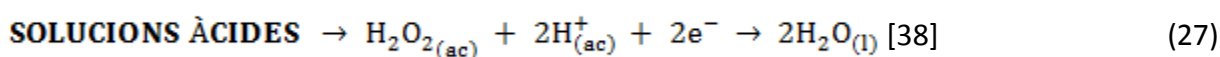
Van haver una sèrie d'experiències en la part experimental del projecte que integraven l'ús del peròxid d'hidrogen (H_2O_2) dins la campana. L' H_2O_2 es va incorporar damunt dels dos filtres situats als extrems de la campana. Es va col·locar un cotó impregnat amb peròxid d'hidrogen de manera que aquest s'anés evaporant mentre es realitzaven les experiències.



Figura 4.4.1. Imatge del sistema utilitzat pel peròxid d'hidrogen.

4.4.1. GENERALITATS DE L'AIGUA OXIGENADA

El peròxid d'hidrogen, també anomenat aigua oxigenada (H_2O_2), és un líquid de color blau pàl·lid, més dens que l'aigua, però similar a ella en algunes propietats físiques. No obstant això, l'aigua i l' H_2O_2 són químicament molt diferents. La presència del segon oxigen fa que l' H_2O_2 es comporti com un àcid feble. A més a més, l' H_2O_2 pot actuar tant com a agent oxidant com a reductor en solucions tant àcides com a bàsiques, tal i com es mostra en les equacions (27) i (28) [37].



L'aigua oxigenada és un poderós oxidant, a més a més té la propietat de no deixar cap residu després de realitzar la seva funció [39].

4.4.2. APLICACIONS DE L'AIGUA OXIGENADA

L' H_2O_2 i els seus derivats s'utilitzen molt en la indústria del blanquejat (tractament de fusta i paper, productes tèxtils i detergents) i en altres com en la preparació de compostos orgànics del tipus dels epòxids (èter cíclic format per un anell de tres àtoms, dos carbonis units entre si i, simultàniament a un oxigen, tal com es mostra a la figura 4.4.2.1. Aquest anell té, aproximadament, la forma d'un triangle equilàter, la qual cosa el fa altament tibant i tens. Aquesta característica confereix al grup epòxid la propietat de ser més reactiu que altres èters), cosmètics pel cabell i les dents, desinfectants.

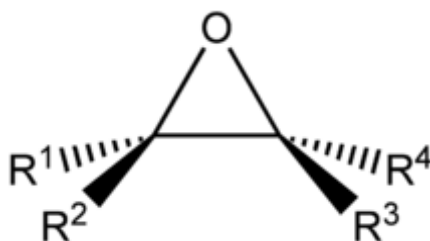


Figura 4.4.2.1. Estructura d'un epòxid

També té molta importància en la purificació d'aigua potable, aigües residuals i d'aire. Ofereix grans resultats eliminant l'olor i el sabor de l'aigua tractada amb clor, donat que és un bon anticlor, raó per la qual s'utilitza en la indústria tèxtil. A més a més de totes aquestes aplicacions industrials, l' H_2O_2 és un agent bacteriostàtic àmpliament utilitzat en medicina i odontologia [37].

L' H_2O_2 es troba en els organismes vius, tant en els animals com en els vegetals. Moltes cèl·lules dels organismes vius produeixen H_2O_2 i la seva presència pot ser detectada en l'orina, en la sang i en l'aire inhalat [37].

El peròxid d'hidrogen a baixes concentracions (per a que no mostri les seves propietats irritants) és capaç d'actuar sobre molts dels microorganismes que es desenvolupen en les ferides, destruint la matèria orgànica morta, com la pus que contenen algunes ferides [39].

Molts organismes són capaços de destruir l'H₂O₂ mitjançant l'acció d'enzims abans que el peròxid d'hidrogen els hi causi cap problema, ja que l'H₂O₂ és tòxic per a la majoria dels organismes vius.

Els enzims són proteïnes globulars responsables de la major part de l'activitat química dels organismes vius. Actuen com a catalitzadors, accelerant les reaccions químiques. Els enzims són extremadament eficients i es poden utilitzar una vegada i una altra repetidament. Un enzim pot catalitzar milers de reaccions cada segon. En el cas del peròxid d'hidrogen, l'H₂O₂ es converteix en oxigen i aigua segons la següent reacció:



Encara que aquesta reacció té lloc espontàniament, els enzims incrementen la velocitat de reacció. Existeixen dos enzims diferents que catalitzen aquesta reacció: La catalasa, que es troba en els animals i protists (són tots els organismes eucariotes que no es poden classificar dintre dels tres grups eucariotes: Fungi (fongs), Animalia (animals) o Plantae (plantes)), i la peroxidasa, que es troba en les plantes [40].

A més no és biocida, per la qual cosa no afecta a un tractament biològic posterior i té la capacitat de produir radicals hidroxil via catàlisi, bé sigui en presència o absència de radiació per degradar compostos refractaris i poc biodegradables [41].

L'H₂O₂ és un oxidant versàtil, simplement ajustant factors com el pH, temperatura, dosi, temps de reacció i addició de catalitzadors pot oxidar compostos orgànics complexos per a transformar-los en compostos més simples, menys tòxics i més biodegradables. Per aquesta raó és un oxidant utilitzat en el tractament d'efluents industrials.

El peròxid d'hidrogen presenta una sèrie d'inconvenients que s'han de tenir en compte alhora d'utilitzar aquest oxidant en qualsevol procés industrial:

- L'excés d'ús de peròxid d'hidrogen i elevades concentracions de radicals $\cdot\text{OH}$ originen reaccions competitives que produeixen efectes inhibidors en la degradació dels compostos, ja que l' H_2O_2 captura aquests radicals $\cdot\text{OH}$ formant un radical menys reactiu, el $\text{HO}_2\cdot$, que presenta menor potencial d'oxidació i per tant, redueix l'eficiència del procés [42-44]. Per aquest motiu és important determinar la dosi òptima aplicada per a que no es presentin efectes negatius en l'eficiència de degradació dels contaminants.
- Un altre problema en l'aplicació d' H_2O_2 en el tractament d'efluents, és la baixa velocitat de degradació enfront algunes substàncies complexes [45]. Per aquesta raó, és convenient combinar l' H_2O_2 amb altres agents oxidants per augmentar l'eficiència del procés de degradació dels contaminants.

4.5. DEPOSICIÓ DEL DIÒXID DE TITANI (TiO_2)

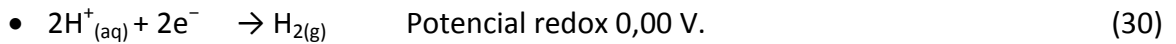
La teoria quàntica dels sòlids estableix una completa i rigorosa descripció dels nivells d'energia d'un semiconductor. L'espectre d'energia dels electrons en un cristall ideal consisteix en grups d'estats d'energia plens i en grups d'estats d'energia buits. Respectivament, aquests grups d'estats d'energia s'anomenen bandes de valència (BV) i de conducció (BC). Entre ambdues bandes d'energia existeix una zona en la que no és possible l'existència d'un electró per falta d'estats d'energia. Aquesta zona és la denominada "band gap" o banda prohibida.

Si l'amplitud de la banda prohibida és superior als 4 eV es considera un material dielèctric o aïllant. En canvi, si és propera a 0 es considera que és un metall o un conductor. Entre els dos extrems es parla d'un material semiconductor.

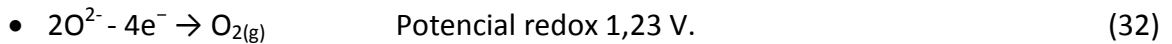
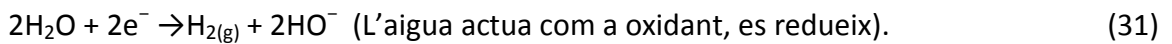
A la figura 4.5.1 es mostra, esquemàticament, el potencial redox corresponent a la banda de valència i a la banda de conducció de diferents semiconductors, expressat en eV (escala de

l'esquerra) i en volts, respecte al potencial de l'elèctrode normal d'hidrogen (escala de la dreta).

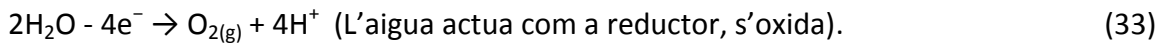
Cal tenir en compte que l'aigua i els seus ions també poden intercanviar electrons. De fet hi ha dos sistemes oxidoreductors:



Aquesta reacció és equivalent a:



Aquesta reacció és equivalent a:



Aquells materials amb una banda de conducció per sobre de la línia H^+/H_2 són, termodinàmicament, capaços de reduir l'aigua:



En canvi, els que tenen la banda de valència per sota de la línia $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ poden oxidar-la:



En funció del potencial dels semiconductors es classifiquen en tres grups:

1. **Reductius:** Els que poden produir la reducció de l'aigua i generar hidrogen però no poden oxidar-la com, per exemple: CdTe, CdSe i Si.
2. **Redox:** Els que poden oxidar i reduir l'aigua com, per exemple: CdS, SrTiO₃, TiO₂, ZnO, Nb₂O₅.

3. **Oxidatius:** Els que poden oxidar l'aigua i generar oxigen però no la poden reduir com, per exemple: MoS_2 , Fe_2O_3 , WO_3 y SnO_2 .

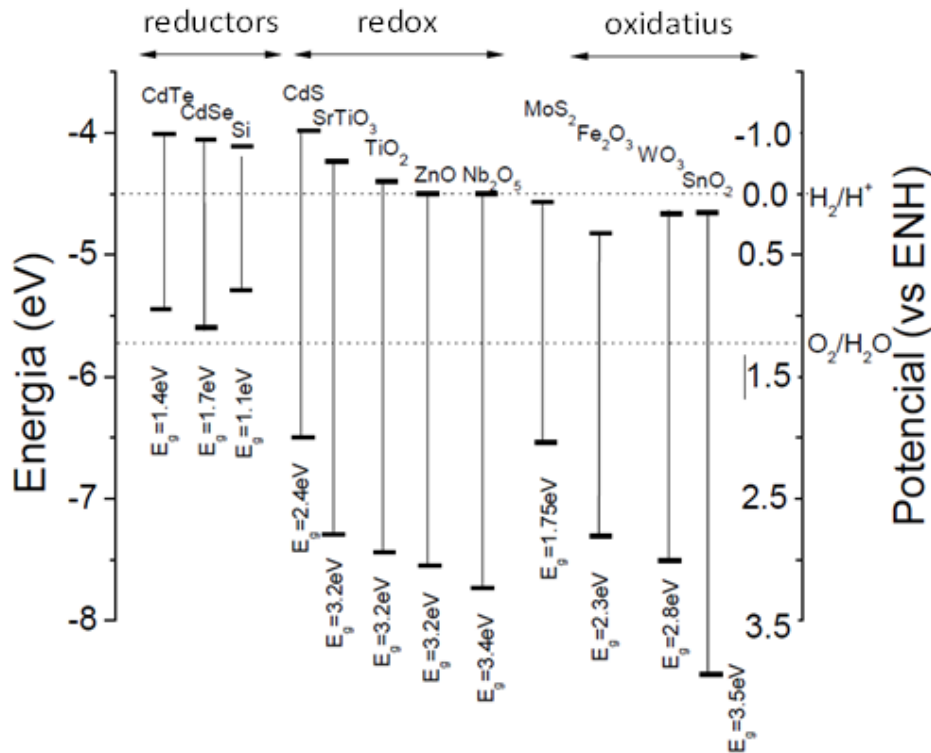


Figura 4.5.1. Posicions relatives de les bandes de conducció i de valència d'alguns semiconductors.

Els criteris per a seleccionar un bon fotocatalitzador són:

- Un adequat potencial redox de la banda de valència, de manera que sigui prou positiu com per a fer factible la mineralització de la matèria orgànica.
- La seva fotoactivació ha d'estar dins de l'interval de la llum visible – UV proper (menor a 4,1 eV per a poder aprofitar la llum solar).
- Ha de ser resistent a la fotocorrosió.
- Ha de presentar baixa toxicitat.
- Ha de presentar una elevada àrea activa.

Un dels semiconductors que millor compleix aquest seguit de condicions és el diòxid de titani (TiO_2).

4.5.1. CARACTERÍSTIQUES DEL TiO_2

El diòxid de titani és un compost que s'utilitza en els processos d'oxidació avançada, concretament en la fotocàtlisi. Es troba a la naturalesa de diverses formes: Rútil (estructura tetragonal), anatasa (estructura octaèdrica) i brookita (estructura ortoròmbica).

És un fotocatalitzador molt eficaç, ja que accelera molt les reaccions químiques provocades per la llum. El diòxid de titani rútil i el diòxid de titani anatasa es produeixen industrialment en grans quantitats i són utilitzats com a pigment, catalitzadors i en l'elaboració de materials ceràmics.

L'estructura cristal·lina del TiO_2 més estable termodinàmicament és l'estructura del rútil. Malgrat això, l'estructura que presenta major activitat fotocatalítica és l'anatasa, que és utilitzada de manera habitual per a aplicacions de descontaminació ambiental (per exemple en les plantes de tractament d'aigües). També és el precursor habitual en la preparació de catalitzadors suportats pel tractament d'aire. El diòxid de titani nanomètric amb predomini de la fase anatasa, és el material més comunament usat en fotocàtlisi [46].

El diòxid de titani (TiO_2) té gran importància com a pigment blanc per les seves propietats de dispersió, d'estabilitat química i no toxicitat. A més a més, és el pigment inorgànic més important en l'àmbit de producció mundial.

És un semiconductor sensible a la llum que absorbeix radiació electromagnètica prop de la regió UV (ultraviolada). És amfòter (substància que pot reaccionar tant amb un àcid com amb una base), molt estable químicament i no és atacat per la majoria dels agents orgànics i inorgànics. Es dissol en àcid sulfúric concentrat i en àcid fluorhídric.

El TiO_2 és una de les substàncies químiques més blanques que existeixen, reflecteix pràcticament tota la radiació visible que li arriba. També és una de les substàncies amb major índex de refracció, per la qual cosa és opaca, el que permet protegir un objecte

del sol, ja que reflecteix pràcticament tota la llum, fins i tot la llum ultraviolada, i la que no reflecteix l'absorbeix [46].

4.5.2. TIPUS DE SUBSTRAT PER SUPORTAR EL TiO₂

Un dels materials més utilitzats és el SiO₂, en suports com el vidre o directament sílice fosa o quars. S'ha de tenir en compte el cost i transparència a la radiació ultraviolada d'aquests materials. Per aquesta raó, es pot utilitzar el SiO₂ com a suport.

Els substrats més comuns són:

- Vidre, sílice fosa i quars.
- Metalls (acer inoxidable, alumini i titani).

4.5.2.1. VIDRE, SÍLICE FOSA I QUARS

El vidre és el suport més utilitzat en la deposició del TiO₂, degut a que entre aquests dos medis existeix una bona adherència. Aquesta adherència s'atribueix a algun tipus de sinteritzat entre les partícules del catalitzador i el vidre durant el tractament tèrmic. El tractament tèrmic està limitat per la temperatura d'estovament del vidre, que en el cas del vidre de borosilicat és propera als 500°C. Si s'utilitza quars, l'escalfament pot portar-se fins als 1100°C.

4.5.2.2. METALLS (ACER INOXIDABLE, ALUMINI I TITANI)

Els metalls comuns tals com l'alumini, l'acer i el llautó, són suports atractius pel TiO₂ a causa del seu baix cost, i la versatilitat que presenten per armar reactors resistents, lleugers i de formes molt variades. Entre els metalls més estudiats es troben l'acer, el titani i l'alumini.

El TiO₂ depositat sobre l'acer té una activitat fotocatalítica, encara que menor que la de deposició sobre vidre o vidre conductor. En el cas de l'acer, la pel·lícula de TiO₂ es desprèn degut a la corrosió del substrat durant els processos fotoelectrocatalítics.

El titani és un bon suport per a aplicacions fotoelectrocatalítiques, ja que es tracta d'un metall resistent a la corrosió electroquímica. Les pel·lícules de TiO_2 preparades per oxidació tèrmica del substrat a 500°C durant 5 hores produeixen una bona connexió per aconseguir activitat fotoelectrocatalítica [46].

4.5.3. DIÒXID DE TITANI SUPORTAT PER UN MATERIAL FIXE

Quan es dissenya un procés basat en l'ús de fotocatalitzadors suportats s'han de considerar els següents aspectes:

- a) L'àrea superficial exposada a la solució ha de garantir velocitats raonables.
- b) El suport ha de ser indiferent al medi de reacció.
- c) S'ha d'aconseguir una molt bona adherència del TiO_2 al suport.
- d) La interacció del suport amb el catalitzador (TiO_2) ha de ser bona. S'ha d'aconseguir que la disminució de l'activitat del catalitzador sigui mínima.
- e) La pel·lícula del catalitzador ha de tenir una estabilitat després d'haver processat volums elevats de fluid contaminant.

4.5.3.1. TIPUS DE MATERIALS SUPORTATS PEL TiO_2

Els diferents materials que suporten el TiO_2 s'agrupen en dos grups:

- Fotocatalitzadors dispersos en una matriu, els quals creen un suport pel TiO_2 .
- Fotocatalitzadors en forma de recobriments, capes o pel·lícules.

En aquest capítol només es parlarà dels fotocatalitzadors en forma de pel·lícules, ja que és el material que s'ha utilitzat pel filtre de la campana.

4.5.3.1.1. FOTOCATALITZADORS EN FORMA DE RECOBRIMENTS

Les pel·lícules de TiO_2 sobre substrats inerts s'usen com a fotocatalitzadors apropiats pel tractament de gasos i aigües, i per fotoelectrocàlisi. Depenent de l'aplicació i del tipus de substrat, s'utilitzen diferents mètodes per preparar les pel·lícules on es depositarà el TiO_2 . Els mètodes es poden classificar en dos grans grups: Els que utilitzen suspensions en fase líquida (aquosa o alcohòlica), i els que usen una fase vapor pel transport del material a depositar.

A continuació s'exposa la tècnica de deposició física en fase vapor, donat que és la tècnica que s'ha utilitzat pel recobriment del filtre de la campana. Malgrat tot, cal esmentar que existeixen dues vies principals per a fixar el TiO_2 sobre diferents tipus de substrats, que utilitzen mitjans líquids, com són les suspensions de TiO_2 prefabricades (STPF) i les suspensions preparades pel mètode sol-gel.

4.5.4. PREPARACIÓ DE PEL·LÍCULES DE TiO_2

4.5.4.1. TÈCNiques DE DEPOSICIÓ FÍSICA EN FASE VAPOR

La Deposició Física en Fase Vapor (PVD) és un procés que permet depositar sobre substrats capes primes produïdes per la condensació d'un vapor que és generat mitjançant diversos medis físics.

La deposició física en fase vapor es duu a terme en una càmera a 10^{-5} Torr de pressió o menys, en la qual se situa una font de vapor (per exemple un cable resistiu en contacte tèrmic amb el material a evaporar) i un substrat. Un corrent elèctric circula pel cable resistiu que dissipa calor per efecte Joule, per la qual cosa la pressió de vapor del material a evaporar s'incrementa i allibera àtoms, els quals són llançats cap a la càmera dipositant-se sobre el substrat on s'està formant la pel·lícula.

Entre els principals processos de deposició física en fase vapor cal destacar: L'evaporació tèrmica en buit, per bombardeig amb un feix d'electrons (sputtering) i per arc catòdic [47].

4.5.4.1.1. EVAPORACIÓ TÈRMICA EN BUIT

Consisteix en l'escalfament fins a l'evaporació del material que es pretén depositar sobre el material. El vapor del material acaba condensant-se en forma de làmina prima sobre la superfície freda del substrat i les parets de la càmera de buit. Normalment l'evaporació es fa a pressions reduïdes per evitar que el vapor reaccioni amb la pressió atmosfèrica. A aquestes baixes pressions, el recorregut lliure mitjà dels àtoms de vapor és de l'ordre de les dimensions de la càmera de buit, pel que aquestes partícules viatgen en línia recta des de la font d'evaporació fins al substrat. Al mateix temps, en les tècniques d'evaporació tèrmica l'energia mitjana d'arribada dels àtoms de vapor a la superfície del substrat sol ser baixa, el que pot afectar seriosament a la morfologia de les capes, creant un material porós i poc adherent.

4.5.4.1.2. EVAPORACIÓ PER FEIX D'ELECTRONS (SPUTTERING)

Aquesta tècnica està basada en l'escalfament produït pel bombardeig d'un feix d'electrons d'alta energia sobre el material a depositar.

El feix d'electrons és generat mitjançant un canó d'electrons, el qual utilitza l'emissió termoiònica d'electrons produïda per un filament incandescent (càtode o blanc). Els electrons emesos, en forma de corrent elèctric, són accelerats cap a un ànode o substrat mitjançant una diferència de potencial molt elevada (aproximadament uns 10 kV).

Sovint s'inclou un camp magnètic per corbar la trajectòria dels electrons, situant el canó d'electrons per sota de la línia d'evaporació. Aquest procés es mostra a la figura 4.5.4.1.2.1. [47].

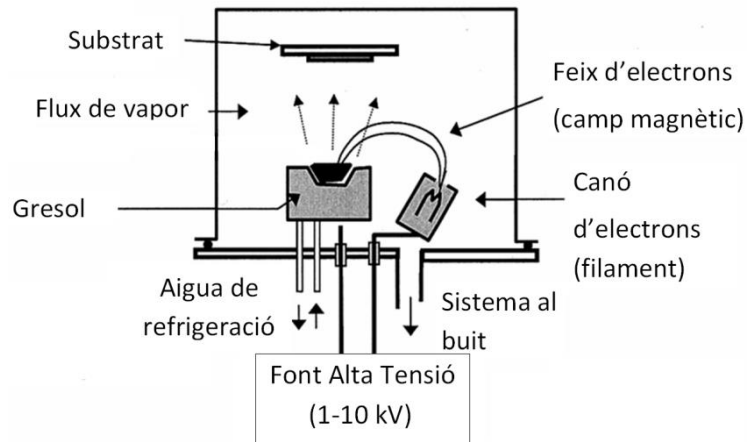


Figura 4.5.4.1.2.1. Esquema general del sistema de deposició pel feix d'electrons.

4.5.4.1.3. EVAPORACIÓ PER ARC CATÒDIC

Aquest sistema produeix una intensa descàrrega elèctrica en buit (30 V) en forma d'arc voltaic d'alt amperatge (100 A), generat sobre la superfície de metall que es vol evaporar (càtode).

Els electrons que es generen en la descàrrega elèctrica, són accelerats cap a un ànode. L'ànode pot ser el propi gresol o un disc perforat situat en les seves proximitats, tal i com es pot observar a la figura 4.5.4.1.3.1.



Figura 4.5.4.1.3.1. Imatge d'un ànode utilitzat en diversos assajos.

El metall que s'ha evaporat completament està ionitzat (el metall evaporat es converteix en ions). Aquests ions són focalitzats per un camp magnètic, accelerats i projectats sobre la

peça a recobrir per acció d'una diferència de potencial existent entre les peces i la càmera del reactor. L'energia cinètica dels ions es transforma en calorífica al xocar contra la peça, i manté la temperatura durant la fase de recobriment [48].

El procés comença després de realitzar la descàrrega elèctrica en un buit, quan s'introdueix al reactor un gas noble (argó). Per efectes de l'alt potencial aplicat, la petita quantitat de portadors de càrrega que flueixen en el sistema s'incrementen amb els electrons emesos pel blanc (titani) i per ionització de l'argó. Els ions d'argó accelerats elèctricament arribaran al blanc (titani) amb energies entre 10 i 30 eV, arrencant àtoms i electrons. Els àtoms del blanc (titani) en arribar al substrat formaran la pel·lícula, mentre que els electrons ionitzaran l'argó fins al punt que s'obtingui una descàrrega plasmàtica autosostinguda. Més tard, s'incorpora un gas reactiu (nitrogen) per oxidar els àtoms del blanc metàl·lic que es dirigeixen cap al substrat.

D'altra banda, el nitrogen incrementa el color daurat del titani, en canvi l'argó augmenta el gruix de la pel·lícula de titani. Tot aquest procés es realitza en un reactor PVD com el mostrat en la figura 4.5.4.1.3.2. L'evaporació per arc catòdic genera una gran densitat d'ions, el que permet obtenir espessors de capa considerables en temps curts. Facilita l'obtenció de capes dopades i multicapes per millorar les propietats de les capes simples convencionals. Una elevada velocitat d'ionització condueix a una alta energia de deposició i a la formació d'una capa densa. Per l'efecte del bombardeig iònic, els recobriments depositats també presenten un elevat nivell d'adhesió al substrat. Durant aquest procés, els ions metàl·lics poden travessar la xarxa del substrat a nivells d'Àngstrom, induint certa rugositat a nivell atòmic que pot ser la responsable de la bona adherència del recobriment al substrat [49].

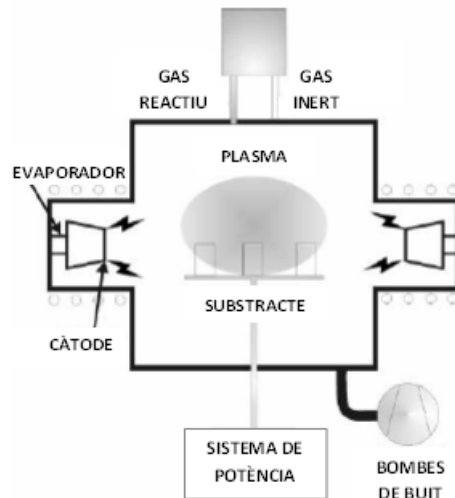


Figura 4.5.4.1.3.2. Esquema general del sistema d'evaporació per arc catòdic.

La tècnica PVD per arc catòdic és un excel·lent candidat, ja que els recobriments obtinguts són més densos i uniformes que per sputtering. El seu principal desavantatge radica en l'aparició de macropartícules que provoquen la pèrdua de la lluentor.

El reactor on es produeix la deposició física pot ser vertical o horitzontal. El reactor vertical permet la deposició d'un major nombre de plaques i permet introduir plaques d'unes dimensions majors que no pas el reactor horitzontal.

El reactor amb el que s'ha dut a terme la deposició física del filtre d'alumini ha estat un reactor horitzontal, donat a que les dimensions del filtre eren petites, tal i com es mostra a la figura 4.5.4.1.3.3.



Figura 4.5.4.1.3.3. Reactor horitzontal on es va realitzar la deposició física de titani + diòxid de titani al filtre d'alumini.

A continuació es pot observar un reactor d'arc elèctric vertical on es va dur a terme la deposició física del titani i diòxid de titani en una placa ceràmica:



Figura 4.5.4.1.3.4. Placa de ceràmica abans de la deposició física de $Ti + TiO_2$.



Figura 4.5.4.1.3.5. Placa de ceràmica després de la deposició física de $Ti + TiO_2$.

4.5.5. PARÀMETRES FÍSICS A EVALUAR SEGONS EL MÈTODE DE DEPOSICIÓ FÍSICA UTILITZAT

A continuació es mostra una sèrie de paràmetres físics que s'han d'avaluar del substrat en el que s'ha depositat el diòxid de titani, pel tal de corregir els possibles errors que puguin haver, permetent canviar de procés de deposició. Paràmetres físics a avaluar:

- Tensió residual de capa.
- Microestructura de les capes.
- Porositat, microporositat i vacants.
- Color.
- Mòdul elàstic transversal.
- Duresa.
- Resistència al desgast.
- Resistència a la corrosió.
- Adherència.

Dos dels paràmetres més importants que s'han de tenir en compte és la duresa i l'adherència de la pel·lícula de TiO₂ al substrat. A continuació es mostra una petita descripció d'aquestes:

4.5.5.1. ADHERÈNCIA

La vida útil d'una peça recoberta depèn de la resistència del recobriment a separar-se del substrat quan el conjunt es sotmet a esforços. En el moment en que part o tota la capa es desprèn del substrat, com a conseqüència de les condicions de servei, desapareix la protecció de la superfície recoberta. Provocant una acceleració al desgast degut a les partícules dures despreses del propi recobriment que es trobin en contacte amb les superfícies lliscants.

Aquest paràmetre es pot assajar mitjançant Scratch Test, tot i que els mètodes més comuns són el ratllat en forma de tramat amb posterior aplicació d'adhesius i arrencada dels adhesius per observar el grau de despreniment del recobriment. La tècnica d' Scratch Test es fonamenta en la realització d'una ratllada en una mostra que es mou sota un punxó el qual té la punta o bé de diamant o bé d'acer. Aquest punxó pot estar sotmès a una càrrega constant o gradual. D'aquesta manera s'avalua el gruix, i la duresa del recobriment [49].

4.5.5.2. DURESA

La duresa d'un material es defineix com a la resistència a la deformació i sempre és mesurada com una deformació permanent de la superfície provocada per un objecte penetrador específic sota una càrrega determinada. La duresa d'un material pot estar influenciada per la mida del gra, fases dispersades, defectes estructurals, microestructura, densitat, temperatura, grau de deformació, etc. D'altra banda, per a les capes dipositades i recobriments, la duresa pot estar influenciada per les propietats del substrat que poden afectar a les mesures [49].

CAPÍTOL 5. ASPECTES QUÍMICS

En aquest projecte s'ha volgut reduir la quantitat de fums, olors i greixos presents en l'aire mitjançant la incorporació d'un ionitzador, d'un ozonitzador i d'un sistema de radiació de llum ultraviolada, a més d'introduir el peròxid d'hidrogen dins la campana, i exposar el filtre d'alumini a una deposició física al vapor de diòxid de titani i titani.

5.1. EL FUM

El fum generat en les proves de la primera fase prové de la crema de paper de cel·lulosa impregnat d'oli d'oliva i carbó actiu.

El fum és qualsevol suspensió de partícules sòlides de carbó o sutge, resultants d'un procés de combustió incompleta, en un gas.

El sutge, o negre de fum és un terme general per a referir-se a les partícules sòlides molt petites, des d'uns 100 nanòmetres (100 nm) fins a 5 micres (5 µm), que es produeixen per la combustió incompleta del carbó i altres hidrocarburs combustibles. Una combustió incompleta ocorre quan no s'arriba al grau màxim d'oxidació, a causa d'això, hi ha substàncies combustibles en els gasos de la reacció [50].

El sutge és un contaminant de l'aire provinent de fonts molt variades però totes són el resultat de la piròlisi (descomposició química de la matèria orgànica causada per l'escalfament en absència d'oxigen) [51].

Els principals productes primaris que podem obtenir del procés de piròlisi són:

- **Gasos:** CO, CO₂, CH₄, C₂H₆; Petites quantitats de hidrocarburs lleugers.
- **Líquids:** Compostos per una gran varietat de productes com cetones, àcid acètic i compostos aromàtics.
- **Sòlids:** El producte sòlid és el residu carbonós que pot ser utilitzat com a combustible per la producció de carbó actiu.

Així doncs, el sutge, pot provenir dels gasos de combustió del carbó, de la combustió interna dels motors, de calderes, forns, incineració de residus, focs de diversos tipus, etc. En petites concentracions, el sutge és el responsable de l'ennegriment de superfícies o d'aglomeració de partícules que també s'adhereixen a les superfícies. El sutge també és la primera causa de la descoloració de les cantonades on es troben les parets amb el sostre i de les parets on hi ha instal·lats els sistemes de calefacció.

5.1.1. QUÈ ÉS EL CARBÓ ACTIVAT ?

El carbó és una substància combustible, sòlida, lleugera i negra, producte de la descomposició incompleta, destil·lació o combustió parcial de la matèria orgànica, principalment vegetal, i que conté essencialment carboni.

Segons el seu origen o el tractament a què ha estat sotmès rep diversos noms: Carbó de pedra o mineral, carbó vegetal, carbó animal, carbó activat o carbó actiu, carbó de coc, etc.

El carbó vegetal és el que s'obté de la carbonització de la fusta. Aquest procés es pot fer segons el procediment antic de la carbonera o segons tècniques més modernes (forns continus o instal·lacions de destil·lació seca) que permeten aprofitar, a més a més, els gasos despresos. És emprat en:

- La indústria metal·lúrgica com a reductor (actualment està desplaçat pel carbó de coc (carbó industrial)).
- Com a primera matèria per a l'obtenció del carbó activat.
- Com a combustible lleuger.
- Per a sintetitzar carbur càlcic, cianurs, sulfurs de carboni, etc.
- En la fabricació d'elèctrodes, pólvora negra, materials pirotècnics i catalitzadors diversos.

El carbó animal o negre de fum s'obté a través de la carbonització de teixits animals, gairebé sempre ossos i s'utilitza com a primera matèria per a l'obtenció de carbó activat.

El carbó actiu o activat és un material carbonós, microcristal·lí i no grafit, preparat a partir de la carbonització de materials orgànics, especialment d'origen vegetal, que s'ha sotmès a un procés d'activació amb gasos oxidants, o bé a un tractament amb addició de productes químics, amb l'objectiu d'augmentar la seva porositat i desenvolupar la seva superfície interna, la qual cosa confereix als carbons activats una alta capacitat adsorbent [52].

El carbó activat té la capacitat d'adherir o retenir en la seva superfície porosa un o més components (àtoms, molècules, ions) del líquid o vapor que està en contacte amb ell. Aquest fenomen es denomina poder adsorbent. Presenta un comportament selectiu, mostrant preferència pels composts menys polars i augmentant en una sèrie homòloga amb el punt d'ebullició de l'adsorbat.

És emprat industrialment, a causa de la propietat que s'ha esmentat anteriorment, per a descolorar o millorar el color de productes químics diversos, de l'oli i dels greixos, per a refinar el sucre, per a controlar l'olor i el gust de l'aigua potable, i per a recuperar vapors de composts aromàtics presents en mescles gasoses (per exemple, en el gas d'enllumenat). És usat també com a adsorbent de gasos tòxics en els filtres de les caretes antigàs, com a antídote en les intoxicacions per via gàstrica, i associat a d'altres antisèptics en les diarrees [53].

5.1.2. COMPOSICIÓ DEL PAPER

El paper és una estructura obtinguda en base a fibres vegetals de cel·lulosa, les quals es creuen entre elles formant un full resistent i flexible. Aquestes fibres provenen dels arbres i, segons la seva longitud, es pot parlar de fibres llargues (3 mil·límetres) o de fibres curtes (entre 1 i 2 mil·límetres) [54].

La polpa de la cel·lulosa es pot obtenir mecànicament o químicament. Segons el mètode d'obtenció s'obtenen diferents tipus de paper, en quan a rigidesa i blancor. Segons quin sigui

l'ús final del paper, durant el període de fabricació s'utilitzaran mesclades dels diferents tipus de fibres, ja que així s'aporten les característiques desitjades al producte final [55,56].

Quan es parla de paper, es fa referència a un material que fa molts anys que existeix. De fet, la paraula paper (papyrus en llatí), fa referència a la planta egípcia "*Cyperus papyrus*" de la família de les Ciperàcies, les quals tenen unes fulles que fa molts anys van servir de suport d'escriptura als egipcis, grecs i romans entre el 3.000 a.C i el segle V d.C.

Xina va ser uns dels països pioners en el tema de la fabricació del paper. A l'any 105 després de Crist, un home anomenat T'sai Lun, que era un empleat de l'emperador xinès Ho Ti, va fabricar per primera vegada un paper. Ho va fer emprant la pasta vegetal obtinguda a partir de les fibres de la canya de bambú, morera i altres plantes, donant origen al paper que coneixem avui en dia.

Quan els àrabs van entrar a Europa, van introduir el secret de la fabricació del paper i països com Itàlia i Espanya van desenvolupar ràpidament aquest descobriment. Pel que fa al continent Europeu, el primer exemplar escrit en paper és una carta àrab que data de l'any 806, la qual es manté conservada a Holanda, a la biblioteca universitària de Leyden. Abans de l'aparició del paper, els europeus utilitzaven el pergami, que estava fet per capes molt primes de pell de vaca, ovella i cabra [57].

La fibra emprada en l'obtenció de paper s'extreu del regne vegetal. Actualment, la més emprada s'obté d'arbres, com l'eucaliptus.

L'estructura d'aquests arbres és la següent, tal com es pot apreciar a la figura 5.1.2.1.

- **Medul·la:** És la part més ferma i compacta, en el centre del tronc, es forma per assecat i resinificació.
- **Duramen:** És la part immediata a la medul·la, més dura i consistent, impregnada de lignina i taní.



Figura 5.1.2.1. Secció d'un tronc d'un arbre tallat.

- **Albeca:** És la part exterior i més jove de la fusta, amb més saba, la qual, amb el temps, en ser substituït el midó per taní es transforma en duramen, que es fixa en la membrana cel·lular.
- **Escorça:** És la pell o coberta exterior del tronc i branques d'algunes de les plantes productores de fusta.

La fibra és la matèria primera per a la producció de paper, és el material que tractat químicament o mecànicament farà que es pugui obtenir paper.

La fabricació del paper consisteix en destruir una estructura (per exemple troncs d'arbres) i constituir-ne una altra, en aquest cas, una xarxa fibrosa que, un cop eliminada l'aigua que conté, se n'obté paper [58,59].

Principalment la fusta està constituïda per lignina, fibres de cel·lulosa i aigua [60]. La cel·lulosa és un hidrat de carboni polimèric que es troba en les parets de les cèl·lules dels arbres i altres plantes. A la figura 5.1.2.2. es mostra la seva estructura.

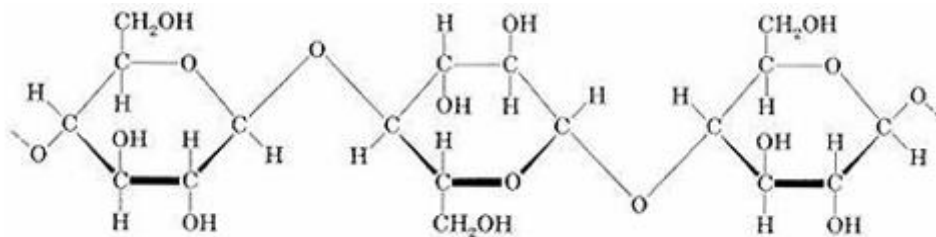


Figura 5.1.2.2. Esquema de la cel·lulosa.

Des del punt de vista bioquímic, la cel·lulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n amb un valor mínim de $n = 200$, és un polímer natural, constituït per una llarga cadena de molècules de β -glucosa a través d'enllaços β -1,4-glucosídic, la qual cosa fa que sigui insoluble en aigua. A la figura 5.1.2.3. es mostren les diferents estructures de la D-glucosa tant la de cadena oberta (Fisher) com les de cadena tancada (on predominen les estructures pirà, amb un cicle de sis àtoms, respecte les furà, amb un cicle de cinc àtoms).

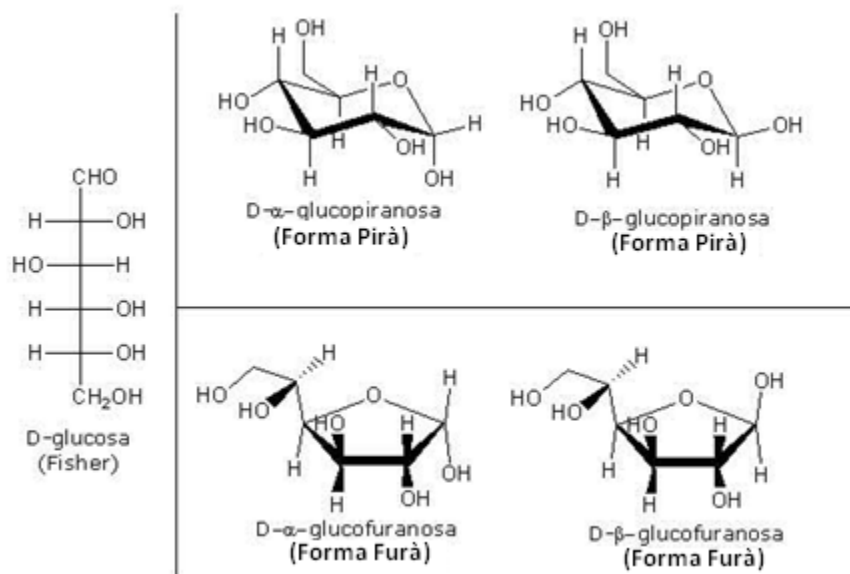


Figura 5.1.2.3. Esquema de la β -glucosa.

Alguns dels tipus de paper més comuns són els següents [61]:

- **Paper per corruçar:** S'utilitzen per fabricar les típiques caixes de color cafè amb les que s'embalen molts dels electrodomèstics, o altres tipus de productes. El cartró corruçat, és una estructura formada per un nervi central de paper ondulat, reforçat externament per dues capes de paper enganxades a les crestes de les ones del paper ondulat. És un material resistent, basat en el treball conjunt i vertical de les làmines de paper. La resistència depèn del treball vertical que faci l'ona, com menys pronunciada sigui l'ona menys resistència. A la figura 5.1.2.4. s'observa la imatge del cartró corruçat.

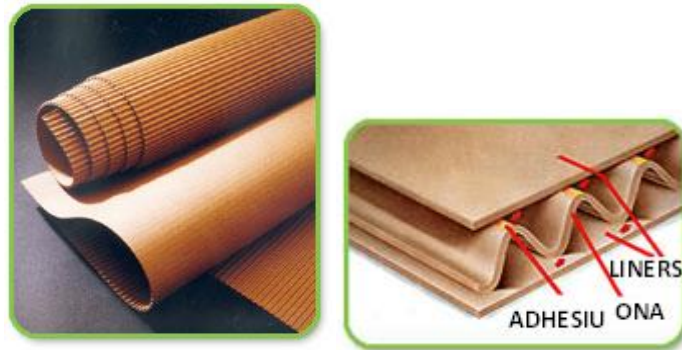


Figura 5.1.2.4. Imatge de paper per corrugar.

- **Paper d'impressió i escriptura:** Són els papers d'ús diari als col·legis i oficines. El seu color normalment és blanc.
- **Cartolines:** Es fan servir per fabricar els envasos de pasta de dents, perfums, detergents, cereals, etc. No arriben a ser tan durs i resistents com el cartró. Les cartolines són papers gruixuts (gramatge major de 200 grams), està composta per una o varies capes de diferents materials obtinguts de la cel·lulosa blanquejada, de la polpa mecànica o del paper reciclat. Normalment estan estocades per una de les seves cares, per poder fer una bona impressió sobre ella. L'estucat, és una mescla de compostos químics i minerals que li donen blancor i propietats d'impressió.
- **Paper de diari:** És el paper en que s'imprimeixen els diaris. És un paper molt prim i molt fàcil de trencar. Degut a les seves propietats de rigidesa i absorció de la humitat, el full del paper de diari, és també un recurs útil a l'hora de netejar, empaquetar o aïllar. El paper de diari, no només és reutilitzable sinó que també és reciclable.
- **Paper tissú o paper de seda:** És el paper d'ús comú en els lavabos i cuines de les cases. Exemples clars són el paper higiènic, tovallons de paper, mocadors (kleenex). És un paper suau i absorbent per a ús domèstic i sanitari, que es caracteritza per ser de baix pes i per tenir tota la seva superfície coberta de microarrugues, que li donen elasticitat, absorció i suavitat.

5.1.2.1. PRODUCTES DE LA COMBUSTIÓ DEL PAPER

En la combustió completa del paper s'obté diòxid de carboni i aigua, tal i com es pot observar en la següent reacció:



La combustió és una reacció química d'oxidació en la que, generalment, es desprèn una gran quantitat de punts en forma de calor i de llum, manifestant-se visualment en forma de foc [62].

En la combustió hi ha un element que es crema (combustible) i un altre que produeix la combustió (comburent). Habitualment, el comburent és oxigen en forma d'O₂ gasós (Els explosius contenen oxigen en la seva estructura, de manera que no necessiten l'oxigen de l'aire per a realitzar la combustió).

Els tipus més freqüents de combustible són les matèries orgàniques que contenen carboni i hidrogen (hidrocarburs). En una reacció completa tots els elements que formen el combustible s'oxiden completament. Els productes que es formen són el diòxid de carboni (CO₂) i l'aigua. En el cas que contingui sofre, també s'allibera diòxid de sofre (SO₂). En funció de les condicions experimentals (temperatura, excés d'oxigen i pressió) fins i tot es poden formar òxids de nitrogen (NO_x).

En la combustió incompleta, els productes que es cremen no arriben al major estat d'oxidació ja que el comburent i el combustible no estan en la proporció adient. Com a conseqüència es formen compostos com el monòxid de carboni (CO) i, a més a més, carbó.

5.1.3. CONTAMINANTS PRESENTS EN L'AIRE

Les activitats quotidianes (educatives, laborals, sanitàries, etc.) obliguen a diari a la permanència prolongada de la població en tot tipus d'edificis i instal·lacions urbanes. Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), la població de les ciutats passa entre el 80 i el 90%

del seu temps en ambients tancats. L'aire d'aquests habitacles està en major o menor grau contaminat, la qual cosa pot ocasionar problemes greus de salut [63].

Actualment hi ha suficients indicis de que en les escoles, hospitals, oficines, centres comercials, residències de la tercera edat, entre d'altres, hi coexisteixen bacteries, virus, àcars, partícules en suspensió, etc. Aquests tenen capacitat per alterar la qualitat de l'aire interior i provocar efectes nocius en la salut de les persones.

Els contaminants de l'aire interior poden ser d'origen biològic i d'origen químic (cendres, restes de productes de neteja, compostos alliberats per pintures i mobles, productes de combustió, etc.).

A la figura 5.1.3.1. es mostra un esquema de les diverses fonts de contaminants.

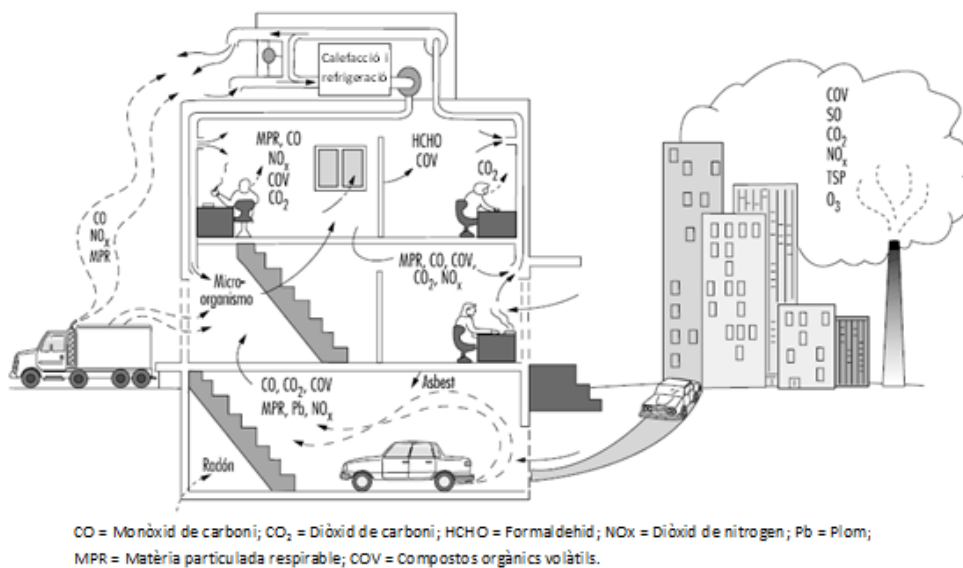


Figura 5.1.3.1. Diagrama d'un edifici sotmès a diverses fonts de contaminants d'interior i d'exterior.

A continuació es mostren els contaminants biològics, inorgànics/orgànics i mescles que poden existir [64]:

Taula 5.1.3.1. *Contaminants biològics presents en l'aire.*

CONTAMINACIÓ BIOLÒGICA					
Bactèries	Virus	Llevats i Fongs	Algues i Amebes	Àcars	Altres al·lèrgens: Animals (caspa i pèl de les mascotes)/ Aus/ Insectes/ Rosegadors/ Pol·len

Taula 5.1.3.2. *Contaminants inorgànics/orgànics i mescles presents en l'aire.*

CONTAMINANTS INORGÀNICS	CONTAMINANTS ORGÀNICS	MESCLES
Monòxid de carboni (CO), diòxid de carboni (CO ₂), òxid de nitrogen (NO), partícules, fibres minerals, ozó (O ₃) i òxids de sofre (SO)	Compostos Orgànics Volàtils (COVs)	Fum del tabac, plaguicides, ambientadors, desinfectants i altres productes d'ús domèstic

La qualitat de l'aire interior d'un edifici depèn d'una sèrie de variables com:

- La qualitat de l'aire exterior.
- El disseny del sistema de ventilació i condicionament de l'aire.
- La divisió en compartiment.
- Les fonts interiors de contaminants i la seva magnitud.

La contaminació a l'interior té diferents orígens:

- Els propis ocupants.
- Els materials inadequats emprats en la construcció de l'edifici.
- El treball que s'hi fa.
- La utilització inadequada de plaguicides, desinfectants i productes de neteja.

Cal tenir en compte que les substàncies emeses dins l'aire interior tenen moltes menys probabilitats de diluir-se que les emeses en l'aire exterior, com a conseqüència de la diferència de volum d'aire disponible.

Pel que fa a la contaminació biològica, el seu origen cal cercar-lo en la presència d'aigua estancada, en materials impregnats amb aigua, gasos, etc. També es pot originar per un manteniment incorrecte dels humidificadors i les torres de refrigeració [65].

Els microorganismes es divideixen en els següents grups [64]:

- **Virus**: Mida [μm]: des de 0,01 a 0,25.
- **Bactèries**: Mida [μm]: des de 0,50 a 5.
- **Algues, Fongs**: Mida [μm]: des de 5 a 100.
- **Protozous, Llevats**: Mida [μm]: des de 1 a 10.

Com a dada de referència: La mida d'un cabell humà és de 60 μm de diàmetre.

5.2. **FRACCIÓ LIPÍDICA**

Donat que la part d'olors es va efectuar amb oli d'oliva, s'ha incorporat un capítol en el que es fa referència als lípids que es van fer servir en aquest treball. Concretament oli d'oliva bé pur, bé amb contacte amb altres substàncies procedents d'una cocció prèvia.

5.2.1. QUÈ ÉS UN GREIX ?

Els lípids són majoritàriament trièsters d'àcids grassos i glicerol, anomenats habitualment triglicèrids (representen més del 95% en pes de la majoria de greixos i olis alimentaris). Són menys densos que l'aigua i a temperatura ambient varien de consistència des de líquids a sòlids. En forma sòlida, se'ls denomina greixos, i quan són líquids, olis.

Són biomolècules formades per carboni (C), hidrogen (H) i oxigen (O), també poden contenir fòsfor (P), nitrogen (N) i sofre (S). Solen tenir un pes molecular elevat i són insolubles en aigua (i altres dissolvents polars) i solubles en dissolvents orgànics (és a dir, no polars) com ara el benzè, el cloroform, l'èter, l'octà, etc. Molts lípids contenen àcids orgànics enllaçats a compostos amb grups d'alcohol. També poden contenir àcid fosfòric, àcid sulfúric, bases nitrogenades i glúcids.

D'altra banda, a part dels triglicèrids, també s'inclouen els mono-glicèrids, diglicèrids, fosfàtids, cerebròsids, esterols, terpens, alcohols grassos, àcids grassos, vitamines liposolubles, i altres substàncies [66].

Els lípids poden contenir àcids grassos, anomenats saponificables, que alliberen les sals (sabó) per hidròlisi alcalina, o poden no contenir àcids grassos, anomenats insaponificables [67].

5.2.1.1. COMPONENTS DELS LÍPIDS

5.2.1.1.1. ELS TRIGLICÈRIDS

Un triglicèrid (o triacilglicèrid) és un èster (amb estructura R-COOR) compost de glicerol (o glicerina) i tres àcids grassos. El mecanisme de reacció utilitzat per a obtenir un triglicèrid és l'esterificació, on té lloc la unió de grups alcohols amb altres molècules.

Quan tots els àcids grassos en un triglicèrid són idèntics, se'l denomina <<simple>>, quan els dos o els tres àcids grassos són diferents, s'anomenen <<compostos>>. Els àcids grassos d'un triglicèrid defineixen les propietats de la molècula. A continuació, es mostren les

representacions d'un triglicèrid simple i d'un compost. $R_1\text{-COO}$, $R_2\text{-COO}$, $R_3\text{-COO}$, simbolitzen els diferents residus d'àcids grassos esterificats amb glicerol ($\text{HOCH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$) [66].

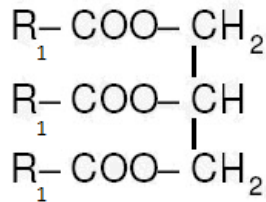


Figura 5.2.1.1.1.1. Esquema d'un triglicèrid simple.

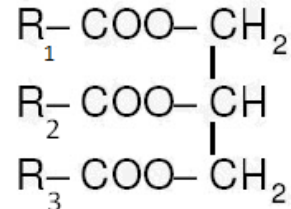


Figura 5.2.1.1.1.2. Esquema d'un triglicèrid compost.

A continuació es mostra la reacció de formació d'un triglicèrid:

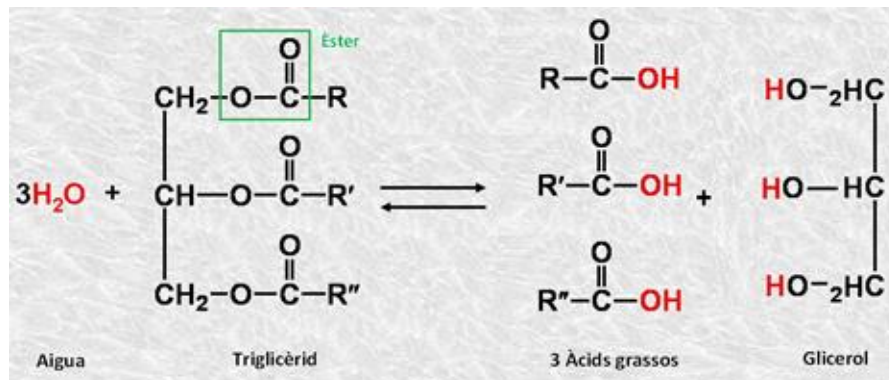


Figura 5.2.1.1.1.3. Esquema d'un triglicèrid compost.

5.2.1.1.2. ELS COMPONENTS MINORITARIS

5.2.1.1.2.1. MONOGLICÈRIDS I DIGLICÈRIDS

Els monoglicèrids i diglicèrids són mono- i di-èsters d'àcids grassos i glicerol. Un monoglicèrid és el producte de la unió d'un glicerol unit a un àcid gras a través d'un enllaç èster, a diferència d'aquest, un diglicèrid consta de dos àcids grassos units a un glicerol a través d'un enllaç èster.

Aquests dos components es formen en el tracte intestinal com a resultat de la digestió normal dels triglicèrids [66].

5.2.1.1.2.2. ÀCIDS GRASSOS LLIURES

Es tracta dels àcids grassos no esterificats presents en un greix. Els greixos i olis refinats preparats per al seu ús en l'alimentació contenen poca quantitat d'àcids grassos lliures [66].

5.2.1.1.2.3. FOSFÀTIDS

Són polialcohols (generalment glicerol) combinats amb àcids grassos, àcid fosfòric i un compost nitrogenat [66]. Els més importants són la lecitina i la cefalina.

La lecitina conté la colina, una sal d'amoni quaternari, unida a un residu d'àcid fosfòric mitjançant un enllaç èster (vegeu la figura 5.2.1.1.2.3.1.). Com que el nitrogen de la colina té càrrega positiva i el grup fosfat càrrega negativa, quan es troba en solució aquosa, en un ampli interval de pH, la lecitina es troba en forma de sal interna (zwitterió) [68].

La lecitina pura és un sòlid cèric de color blanc que, gairebé immediatament, es torna negre en contacte amb l'aire. A diferència dels greixos i dels olis, es dispersa en l'aigua en forma col·loïdal i és insoluble en cetona. És molt abundant tant en el rovell de l'ou com en la fava de la soia.

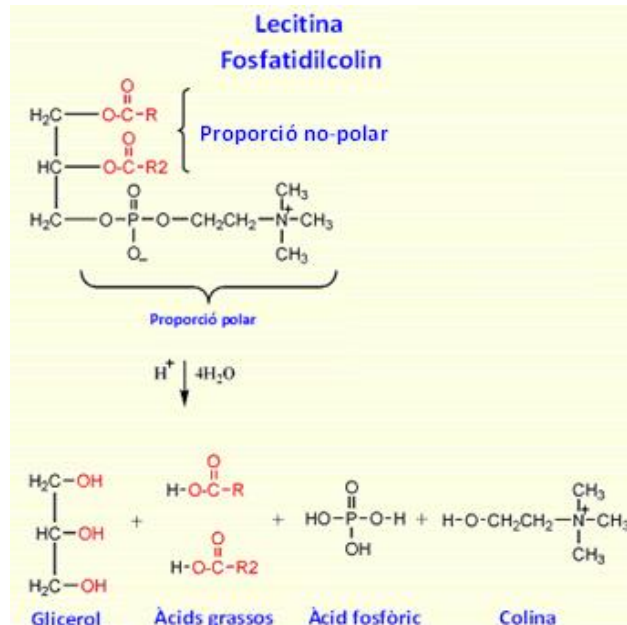


Figura 5.2.1.1.2.3.1. Estructura de la lecitina i els seus productes de degradació.

L'estructura de la lecitina està constituïda per un triol (glicerol) que està esterificat en la posició 1 per un residu d'àcid gras (palmític), en la posició 2 per un altre residu àcid (linoleic) i el tercer grup OH s'ha esterificat amb un fosfat, el qual s'ha esterificat amb un segon alcohol (colina). Com que la fracció diacilglicerilfosfat rep el nom d'àcid fosfatídic, la lecitina també es coneix com fosfatidilcolina.

Cal dir que els diferents fosfolípids varien en funció del segon alcohol. En són exemples: La fosfatidiletanolamina i la fosfatidilserina, conegudes com cefalines. (vegeu les figures 5.2.1.1.2.3.2. i 5.2.1.1.2.3.3.).

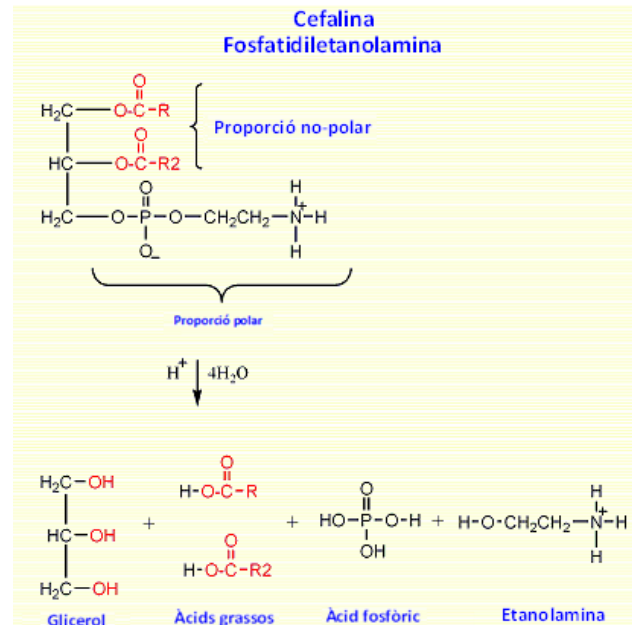


Figura 5.2.1.1.2.3.2. Estructura de la fosfatidiletanolamina i els seus productes de degradació.

En la fosfatidiletanolamina el segon grup alcohol esterificat amb la molècula d'àcid fosfòric és l'etanolamina. En canvi, en la fosfatidilserina és l'aminoàcid serina.

Cal dir que el segon alcohol també pot ser una altra molècula de glicerol. En aquest cas es parla del difosfatidilglicerol o cardiolipina (vegeu figura 5.2.1.1.2.3.4.).

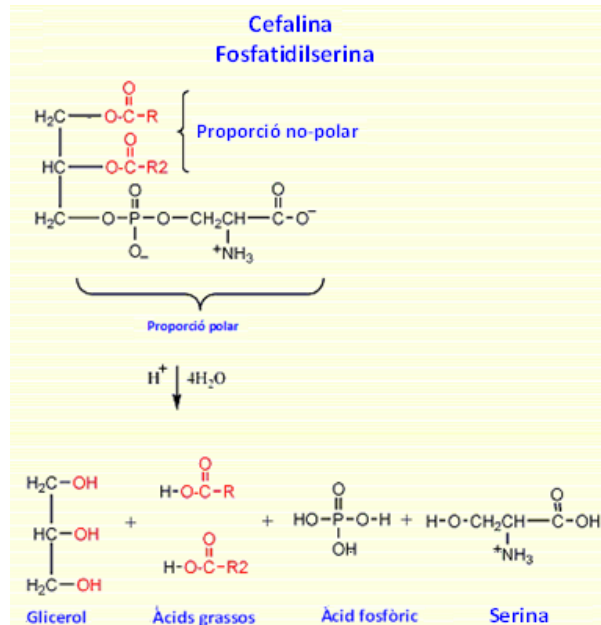


Figura 5.2.1.1.2.3.3. Estructura de la fosfatidilserina i els seus productes de degradació.

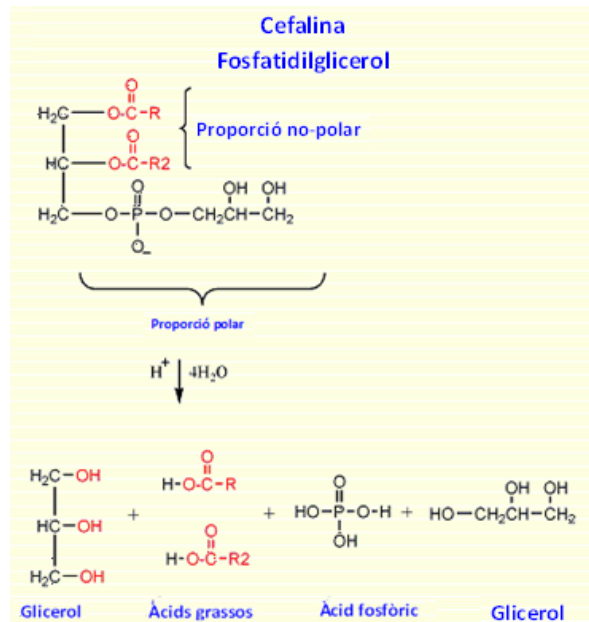


Figura 5.2.1.1.2.3.4. Estructura de la fosfatidilglicerol i els seus productes de degradació.

5.2.1.1.2.4. ESTEROLS

Els esterols o esteroides són un tipus de compostos orgànics que deriven del nucli del ciclopentanoperhidrofenantrè o esterà. Aquest hidrocarbur està format per quatre anells fusionats dels quals tres són de sis àtoms de carboni i un de cinc, tal com es pot apreciar a la figura 5.2.1.1.2.4.1.

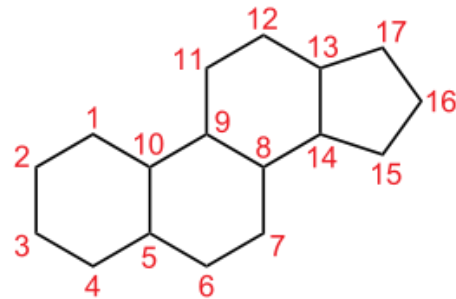


Figura 5.2.1.1.2.4.1. Estructura de l'esterà.

En els esteroides l'estructura bàsica es modifica per l'addició de diversos grups funcionals, tant hidròfils (carbonil, hidroxil) com hidròfobs (cadena hidrocarbonada).

Habitualment, les substàncies derivades d'aquest nucli tenen grups metil (-CH₃) en les posicions 10 i 13. Constitueixen, en conseqüència, els carbonis 18 i 19. També poden presentar un grup carbonil o un grup hidroxil en el carboni 3 i una cadena hidrocarbonada en el carboni 17. La longitud d'aquesta cadena i la presència de metils, hidroxils o carbonils determina les diferents estructures dels esterols [69]. A la figura 5.2.1.1.2.4.2. es mostra un exemple de com es numerarien els diferents carbonis d'una estructura esteroide.

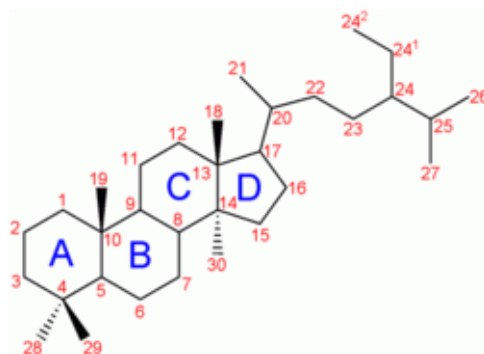


Figura 5.2.1.1.2.4.2. Nomenclatura d'una estructura esteroide.

El colesterol és l'esterol de més importància en els greixos d'origen animal. Ben al contrari del que habitualment es considera, la presència del colesterol (vegeu la figura 5.2.1.1.2.4.3.)

en l'organisme és molt important perquè ajuda a que determinades activitats orgàniques es facin satisfactòriament. Així:

- És emprat per les cèl·lules en la formació de les membranes necessàries per a la protecció dels òrgans.
- Intervé en la síntesi de les hormones sexuals.
- És imprescindible en els processos digestius ja que participa en la formació de les sals biliars.
- És un precursor de la vitamina D.

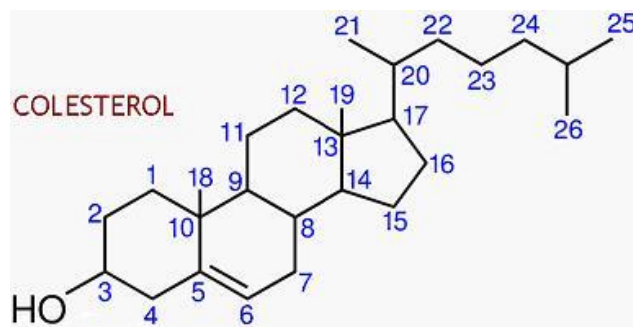


Figura 5.2.1.1.2.4.3. Estructura del colesterol.

Per poder complir totes aquestes funcions cal que sigui transportat per tot l'organisme mitjançant les anomenades lipoproteïnes, diferenciant-se entre les lipoproteïnes d'alta densitat (HDL), que transporten (retornen) el colesterol des de els teixits cap el fetge, conegudes com a "colesterol bo" i les de baixa densitat (LDL) que transporten el colesterol des de el fetge cap a la resta de l'organisme, conegudes com a "colesterol dolent" [70].

D'altra banda, els fitosterols són esterols d'origen vegetal. Són considerats aliments funcionals ja que actuen controlant l'absorció del colesterol en l'intestí, degut a que tenen una estructura química molt semblant, tal com es pot comprovar en la figura 5.2.1.1.2.4.4. En el cas de ser saturats, els fitosterols es coneixen com fitostanols [71].

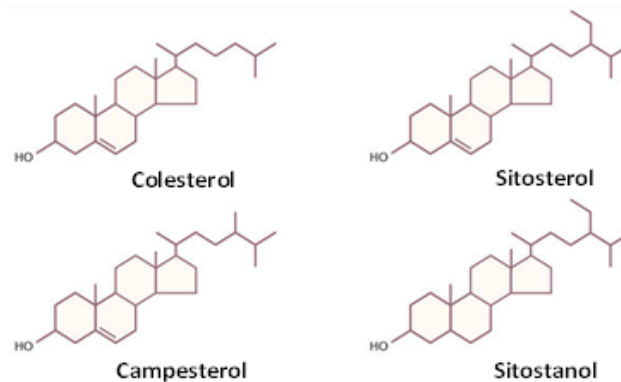


Figura 5.2.1.1.2.4.4. Comparació de l'estructura química del colesterol amb fitosterols i fitostanols.

5.2.1.1.2.5. ALCOHOLS GRASSOS

Es tracta d'alcohols de cadena llarga. Són alcohols alifàtics (els àtoms de carboni són parells, la cadena pot ser lineal o ramificada) que contenen de 8 a 22 àtoms de carboni. Aquest tipus d'alcohols es troben en alguns olis marins i formen part dels constituents de les ceres [66].

5.2.1.1.2.6. VITAMINES

Una vitamina és un compost orgànic que l'organisme necessita com a nutrient en petites quantitats. El terme "vitamina" va esdevenir popular a principis del segle XIX, a partir de la contracció de les paraules "vital" i "mineral", encara que el significat de la paraula hagi evolucionat des d'aquells temps.

Actualment fa referència a un compost que no pot ser sintetitzat en suficients quantitats per l'organisme i per això ha de ser obtingut a partir de la dieta, en el ben entès que no inclou altres nutrients essencials com els minerals, els àcids grassos essencials, els àcids nucleics essencials o altres nutrients promotors de la salut però necessaris en menor freqüència [72].

Cal dir que les vitamines es classifiquen segons la seves funcions biològiques i activitat química, no segons la seva estructura. En tot cas s'accepten dos grans grups: Les solubles en greix (liposolubles) i les solubles en aigua (hidrosolubles).

Les liposolubles inclouen les vitamines A, D, E i K. En canvi les hidrosolubles inclouen la vitamina C (àcid ascòrbic) i les vitamines del complex B (tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, cobalamina, àcid pantotènic, àcid fòlic i biotina) [73], tal com es pot apreciar a la taula 5.2.1.1.2.6.1.

Taula 5.2.1.1.2.6.1. Classificació de les vitamines [74].

principals vitamines conegudes				
nom	coneguda des de l'any	simptomes de carència en l'home	necessitats diàries	fonts naturals
<i>liposolubles</i>				
A retinol	1913	ceguesa crepuscular, xeroftàlmia, dermatosi, esterilitat	800-1000 µg	oli de fetge de peix, rovell d'ou, verdura, mantega, pastanaga
D calciferol	1922	raquitisme, trastorns del metabolisme del calci i del fòsfor	10 µg	oli de fetge de peix, llet, ous, mantega
E tocoferol	1922	resorció fetal, avortament, azoospermia	10-30 mg	ous, verdura, llet
K fil-loquinona	1939	incoagulabilitat de la sang	1 µg/kg	espinacs, tomàquets, fetge, rovell d'ou
<i>hidrosolubles</i>				
complex vitamínic B				
B ₁ tiamina	1926	beri-beri (polineuritis), trastorns nerviosos i cardíacs	1-1,5 mg	llet de vaca, llevat de cervesa, arròs amb pell, pa integral
B ₂ riboflavina	1933	trastorns de creixement, cutanis i de les mucoses	1,2-1,6 mg	fetge, llet, ous, espinacs, pa integral
B ₃ àcid nicotínic	1937	pel-lagra, trastorns digestius i del sistema nerviós central	18 mg	llet, rovell d'ou, llevat de cervesa, fetge
B ₅ àcid pantotènic	1933	parestèsia, rampes musculars, coordinació disminuïda	4-7 mg	en gairebé tots els aliments
B ₆ piridoxina	1939	dermatitis, polineuritis	1,5-2 mg	llet, pell d'arròs
B ₇ biotina	1936	seborrea, alopecía	30-100 µg	llevat, caseïna
B ₉ àcid fòlic	1937	anèmia megaloblàstica	50 µg	verdura
B ₁₂ cianocobalamina	1948-49	anèmia perniciosa, trastorns del creixement	2 µg	fetge, llevat, ous
C àcid ascòrbic	1932	escorbut, hemorràgies gingivals	45-60 mg	llimones, tomàquets, verdura

Fins al segle XX, les vitamines només s'obtenien ingerint aliments, de manera que els canvis en la dieta (que podrien donar-se per exemple en un determinat període de l'etapa de creixement) podien alterar el tipus i quantitat de vitamines ingerides. Des de fa diverses dècades, les vitamines poden ser sintetitzades químicament, de manera que existeix una

àmplia quantitat de pastilles que actuen com a suplementos vitamínics per substituir les deficiències en la dieta que, en el primer món, són fàcilment disponibles.

5.2.2. ÀCIDS GRASSOS

Els àcids grassos són els components fonamentals de molts lípids. Cada molècula d'àcid gras està formada per una cadena d'àtoms de carboni (cadena hidrocarbonada), amb els enllaços lliures saturats per àtoms d'hidrogen i un grup àcid o carboxílic en un extrem (àcid monocarboxílic).

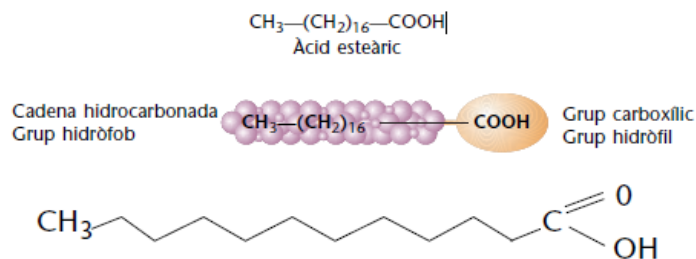


Figura 5.2.2.1. Esquema d'un àcid gras.

En el cas de que hi hagi un grup carboxílic en cada extrem d'una molècula lineal es parla d'àcid dicarboxílic. Aquesta molècula es diu que és amfipàtica (conté grups amb propietats diferents), ja que el grup àcid és hidròfil (és polar i té afinitat amb l'aigua), mentre que la cadena hidrocarbonada és hidròfoba (és apolar i repel·leix l'aigua) i lipòfila (té afinitat amb els lípids). A causa d'aquesta característica química, en presència de l'aigua, les molècules dels àcids grassos tendeixen a orientar-se espontàniament: Els extrems hidròfils entren en contacte amb l'aigua i els hidròfobs tendeixen a repel·lir-la.

Es coneixen dos tipus d'àcids grassos: Els saturats, amb tots els àtoms de carboni units per enllaços simples, i els insaturats, en els quals dos àtoms de carboni estan un al costat de l'altra, continguts en la cadena hidrocarbonada, on els carbonis han perdut un àtom d'hidrogen i es troben units per un doble enllaç (poliinsaturats quan tenen més d'un doble enllaç). Els àcids grassos monoinsaturats són els que presenten un únic doble enllaç, mentre que els poliinsaturats en presenten dos o més. L'ésser humà, com els altres mamífers,

sintetitza la major part dels àcids grassos. Però n'hi ha tres: El linoleic, el linolènic i l'araquidònic, els quals no es poden sintetitzar i cal ingerir-los mitjançant la dieta. S'anomenen àcids grassos essencials.

Com menys dobles enllaços té i més llarga és la seva cadena molecular més alt és el punt de fusió d'un àcid gras.

5.2.3. GLICEROL

El glicerol, també conegut com a glicerina o 1, 2, 3 propantriol, és un compost alcohòlic amb tres grups hidroxils (-OH), tal i com es pot observar a la figura 5.2.3.1. El fet de tenir grups OH permet que sigui un compost soluble en aigua.

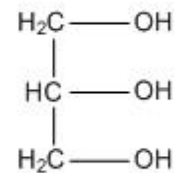


Figura 5.2.3.1. Esquema de la fórmula del glicerol.

És un compost higroscòpic, el que significa que té la capacitat de cedir o absorbir la humitat present en el medi ambient que l'envolta. El glicerol es troba en tots els tipus d'olis, tant en les grasses animals com vegetals [75], de fet forma l'estructura central dels triacilglicèrids i es pot produir per la saponificació de greixos animals. També és un subproducte de la producció del biodièsel via transesterificació [76].

En la indústria alimentària s'utilitza com a humectant, solvent i dulcificant, i fins i tot, es pot utilitzar com a conservant. També s'utilitza com a farciment en productes comercials baixos en greixos, i com a agent espessidor en licors. És un 40% menys dolç que el sucre i presenta menys calories. El seu índex glucèmic és inferior al del sucre pel que no eleva tant els nivells de sucre en la sang i tampoc alimenta els bacteris que formen plaques i causen caries. Com a additiu, el glicerol és anomenat E422 [77]. Afegit als aliments preparats aconsegueix ser un bon espessidor, endolcidor, estabilitzant i conservant. A més a més, constitueix l'excipient habitual i el medi ideal on es dissolen els extractes de moltes plantes medicinals com el cafè o el te.

El glicerol dissolt en aigua desfà els ponts d'hidrogen que lliguen les diverses molècules d'aigua i evita que la barreja formi una estructura cristal·lina estable llevat que la temperatura sigui significativament baixa. La mínima temperatura de congelació és de l'ordre de -36 °F/-37.8 °C, que correspon a un 60-70% de glicerol en aigua, com es mostra a la taula 5.2.3.1. Per tant, el glicerol té propietats anticongelants.

Taula 5.2.3.1. Punts de congelació de les mescles aigua/glicerol.

Contingut de glicerol (wt. %)	Punt de congelació (°F)	Punt de congelació (°C)
0	32.0	0
10	29.1	-1.6
20	23.4	-4.8
30	14.9	-9.5
40	4.3	-15.4
50	-7.4	-21.9
60	-28.5	-33.6
70	-36.0	-37.8
80	-2.3	-19.1
90	29.1	-1.6
100	62.6	17.0

Tanmateix, el glicerol és més difícil de manipular en forma pura degut a la seva elevada viscositat. El glicerol es comporta com a un xarop, no pas degut al seu relativament alt pes molecular, sinó per la unió dels hidrògens, ja que en pot formar 3, fent-lo resistent a fluir. A la taula 5.2.3.2. es mostra la seva viscositat en funció de la temperatura.

Taula 5.2.3.2. Viscositat del glicerol en funció de la temperatura.

Temperatura (°F)	Temperatura (°C)	Viscositat (cP)
25.7	-3.5	8600
29.3	-1.5	7300
34.6	1.4	6660
41.4	5.2	6040
57.8	14.3	4520
66.8	19.3	4100
72.3	22.4	4100
75.3	24.1	4080

5.2.4. CANVIS DURANT L'ESCALFAMENT I EL CUINAT DE L'OLI D'OLIVA

Els àcids grassos són susceptibles a patir reaccions químiques (oxidació, polimerització, hidròlisis) que tenen lloc durant la cocció de l'oli. L'extensió d'aquestes reaccions, es pot observar per un descens en l'índex de iode del greix (paràmetre que determina la quantitat de dobles enllaços dels àcids grassos presents en el greix) i per un augment del contingut d'àcid grassos lliures. Això depèn de les condicions de fritura, principalment del temps de tractament, de la temperatura i de l'aeració. La composició d'un greix de cocció també pot veure's afectat pel temps de l'aliment que està sent cuinat.

Aquestes reaccions produeixen compostos volàtils que imparteixen olors desagradables i concentracions de partícules de fum elevades quan pateixen un increment de temperatura en la cocció. Aquesta degradació és més ràpida a temperatures superiors a 190°C. Això es deu al fet que l'enllaç èster dels triglicèrids és susceptible a la hidròlisi química i enzimàtica, i al fet que els àcids grassos insaturats són sensibles a reaccions d'oxidació [78]. L'únic greix natural que resisteix la temperatura de fregit (190°C) és l'oli d'oliva, tot i que es comercialitzen combinacions i fórmules diverses a base d'oleïna de palma (fracció líquida del greix saturat vegetal), oli de gira-sol (normal o *alt oleic*) i altres de llavors. L'oli de colza té

bona estabilitat i s'usa molt als Estats Units. Darrerament, també es fa servir l'oli de soja, que havia estat prohibit. Els greixos monoinsaturats són els més saludables i els més estables en el fregit [79].

5.2.4.1. OXIDACIÓ DELS GREIXOS

L'autooxidació: És l'alteració més freqüent en la cocció. Consisteix en l'acció de l'oxigen sobre els àcids grassos insaturats. Es formen peròxids (substàncies que presenten un enllaç oxigen-oxigen) que es descomponen en hidrocarburs, aldehids, cetones i quantitats menors d'epòxids i alcohols.

El resultat de l'autooxidació dels greixos i olis és la generació de sabors i aromes desagradables característics d'aquesta alteració coneguda com <<enranciment oxidatiu>>. Dependent del grau d'insaturació, de la presència d'agents antioxidants i d'altres factors. La llum, per exemple, n'accelera l'oxidació. En la indústria, és comú protegir els greixos i olis de l'oxidació per a preservar l'aroma original i la seva vida útil.

Oxidació a elevades temperatures: Les reaccions que tenen lloc a elevades temperatures no són les mateixes que quan es treballa a temperatura ambient. Es generen hidroperòxids, radicals lliures, aldehids i cetones, sobretot a temperatura mantinguda per sobre dels 200°C (termoxidació). Per aquesta raó, en les fórmules de fregit industrial s'incorporen antioxidants, que contraresten els radicals i es consumeixen amb el temps [80].

Quan més insaturat és un greix o oli, major serà la seva sensibilitat a l'enranciment oxidatiu. Els olis insaturats, com els de soja, són menys estables que no pas els olis saturats com el de coco. Una de les opcions per a reduir la tendència que tenen els olis i greixos a l'oxidació i a la formació d'espuma a elevades temperatures durant el procés de cocció és afegir metil-silicona als olis i greixos [78].

5.2.4.2. POLIMERITZACIÓ DELS GREIXOS

Els greixos rics en àcids grassos poliinsaturats tenen tendència a formar molècules més grans, conegudes com a polímers quan s'escalfen en condicions extremes de temps i

temperatura. Els polímers es formen per enllaç directe entre àtoms de carboni, o bé per ponts d'oxigen. Habitualment, els radicals lliures generats en l'oxidació provoquen l'aparició de polímers lineals o cíclics, com ara els hidrocarburs aromàtics policíclics. Quan hi ha grans quantitats de polímers, es produeix un increment de la viscositat [78].

5.2.4.3. HIDRÒLISIS DELS GREIXOS

La hidròlisi es produeix en presència d'aigua o humitat, i calor, el que provoca una ruptura de l'enllaç èster dels triglicèrids, els quals es descomponen en monoglicèrids i diglicèrids; apareixen àcids grassos lliures i en menor quantitat es poden formar metil-cetones i lactones.

L'aigua s'incorpora de l'ambient, del mateix aliment o com a resultat del fet d'estar congelat. La hidròlisi és més freqüent en olis amb àcids grassos de cadena mitjana o curta, com l'àcid làuric (olis de coco i palma). L'aigua que no s'evapora, continua actuant dins l'oli fred.

Aquesta reacció està catalitzada per uns enzims anomenats lipases. Les lipases són uns enzims que trenquen l'enllaç èster sense que importi entre quin àcid gras i quin alcohol s'ha format [78].

Com a conseqüència de la hidròlisi, l'oli augmenta el seu contingut en aigua (mulla més l'aliment) i s'incorporen gustos i olors, produïts per substàncies solubles en aigua. N'augmenta l'acidesa i se'n redueix el punt de fum [81].

CAPÍTOL 6. COMPROVACIÓ DE LA REDUCCIÓ DE LES PARTÍCULES EN SUSPENSIO

Després d'analitzar la part experimental del projecte es va decidir començar per la part de fums, donat que es tractava d'unes proves agressives i podien deteriorar el funcionament habitual de la campana domèstica, fet que podria provocar que la campana s'hagués de substituir per una de nova. Es van realitzar dos tipus de proves:

- En condicions extremes, utilitzant tres filtres d'alumini sense cap deposició física. Primer, sense incorporar el peròxid d'hidrogen (H_2O_2) en el filtre, i després incorporant-lo.
- En condicions més favorables, utilitzant dos filtres d'alumini sense deposició física de titani i diòxid de titani, i un filtre amb deposició física. Primer, incorporant a les experiències el H_2O_2 , i després sense aquest reactiu.

Es va voler treballar en condicions extremes. Per aquesta raó, en el primer tipus de proves no es va utilitzar cap filtre exposat a la deposició física de TiO_2 i titani, per tal d'observar si només amb la combinació de dispositius (O_3 , IONx2 i UV) s'aconseguia una millora en l'eliminació de fums. Les proves es van efectuar amb i sense H_2O_2 , donat que és un poderós oxidant, utilitzat en els processos d'oxidació avançada. Un cop es van realitzar les proves en condicions extremes, es va incorporar un filtre banyat amb TiO_2 i titani, per observar quins canvis significatius podien aparèixer modificant les primeres condicions.

6.1. MÈTODE PER A MESURAR EL FUM

Aquesta part engloba la realització d'una sèrie de proves per a comprovar si els dispositius (IONx2, O_3 i UV) incorporats a la campana funcionaven, i quina combinació entre els citats dispositius era la més efectiva.

En general, hi ha dos mètodes per a mesurar el fum:

1. Els que mesuren directament la transmitància de la llum en l'aerosol de fum (mètodes òptics).
2. Els que recullen les partícules que componen el fum mitjançant un filtre d'aire (mètodes gravimètrics). Posteriorment, aquest filtre pot ser pesat o mesurat mitjançant la transmitància de la llum que el travessa.

Pel que fa als mètodes òptics, els principals són: La dispersió òptica i l'enfosquiment òptic, essent aquest darrer el mètode emprat en aquest treball.

La dispersió òptica consisteix en fer passar un feix de llum per la mostra de fum. Aquest feix és mesurat per un detector de llum que es troba situat a un angle determinat a la font de llum (normalment a 90°), de forma que només rep la llum reflectida per les partícules de fum. Es realitza una mesura de la llum rebuda, que serà més petita com més concentració de partícules de fum hi hagi.

D'altra banda, en l'enfosquiment òptic, un feix de llum passa a través del fum, i un detector disposat de forma oposada mesura la llum. Com més partícules hi hagi menys llum es mesurarà.

6.2. SOFTWARE UTILITZAT PER ANALITZAR EL FUM

En aquest estudi el dispositiu emprat per a fer les mesures ha estat un conjunt de tres parells de dispositius, 3 sensors infraroig i tres emissors de radiació infraroja (IR) de 910 nm tipus LED, de manera que cadascun mesurava la intensitat de la radiació IR que li arribava de manera independent. Per tal de poder avaluar el comportament d'aquests LEDs es va condicionar un software específic el qual convertia les mesures de la intensitat lumínica en una escala numèrica.

A continuació s'exposa breument el funcionament del software. S'emeten polsos d'infraroig des de l'emissor enfrontat al receptor. La recepció d'aquests polsos captats pel sensor s'envien a través de comunicació RS485 de la placa sensor+emissor cap a la placa de

control. Aquesta placa de control envia les dades obtingudes a temps real a l'ordinador (PC) a través de comunicació de ràdio Bluetooth. Mitjançant un programa visual C es representa una gràfica on l'eix d'abscissa és el temps de la mesura, mentre que en l'eix de les ordenades figura el valor de la intensitat de llum captada. Es capta una mesura del sensor cada 120 ms (8,3 Hz).

El valor presentat a l'abscissa està comprès entre 0 i 65536, valor digital del ADC del microprocessador. On 0 significa que la quantitat de llum que emet l'emissor és captada pel receptor sense interrupció, no hi ha elements d'ombra entre l'emissor i el receptor, és a dir, el sensor capta tota la llum possible, i el valor 65536 significa que el receptor no rep cap senyal lluminosa de l'emissor.

A continuació es mostren una sèrie de conceptes per tal d'entendre el funcionament del software:

- **Comunicació RS485 de la placa sensor+emissor:** És un sistema d'interconnexió per a la transmissió de dades a grans distàncies. Apte per operar en àmbits elèctricament sorollosos. Té la capacitat de connectar més d'un dispositiu distribuït en xarxa connectat a un ordinador (PC), o a un altre controlador per a la col·lecció de dades [82].
- **Programa visual C:** És un entorn de desenvolupament integrat (IDE) per als llenguatges de programació C, C++ i C++/CLI. Un entorn de desenvolupament integrat, Integrated Development Environment (IDE), és un programa informàtic compost per un conjunt d'eines de programació [83].

El comportament d'aquests parells de sensors es fonamenta en detectar la variació de l'opacitat entre l'emissor i el receptor. Com a conseqüència, quant més dens és el fum, major és l'opacitat en l'espai entre l'emissor i el receptor, la qual cosa origina fluctuacions en el senyal. Així, doncs, un senyal amb poques fluctuacions (resposta plana) es pot interpretar bé com que no hi ha fum o bé que és extremadament dens.

Com que en aquest treball es va generar fum, el valor mitjà del senyal enregistrat a l'entrada de la campana extractora va ser molt baix. Ben al contrari, a la sortida de la campana, després d'un procés de disgregació del fum, el senyal va ser significativament superior.

Atès el comportament erràtic del fum, el software es va dissenyar per a mesurar les variacions aleatòries dels senyals. Com a protocol de treball es va adoptar el següent:

- Cada mostra de fum es feia passar pel sistema detector durant un període de tres minuts a fi i efecte d'estabilitzar-lo.
- Una vegada estabilitzat es feia una lectura contínua durant un període de tres minuts.
- Per cada mostra es repetia deu vegades la lectura de tres minuts.
- A partir del conjunt de les mesures es determinaven les mitjanes i es procedia a determinar la seva diferència. Cal remarcar que aquesta mesura era qualitativa.
- Per poder determinar l'eficàcia de cada dispositiu es procedia a mesurar l'amplitud de cada senyal (a l'entrada i a la sortida) i es comparaven ambdues amplituds, tot considerant que una menor amplitud era senyal de que la concentració de partícules a l'aire era menor i, en conseqüència, major era l'eficàcia del dispositiu assajat.

6.3. PROCEDIMENT PER A GENERAR EL FUM

Per tal d'aconseguir fum es va cremar paper impregnat d'oli d'oliva amb carbó actiu dins un recipient metàl·lic que es va col·locar sota la part central de la campana extractora. Aquesta distribució es pot observar a la figura 6.3.1.

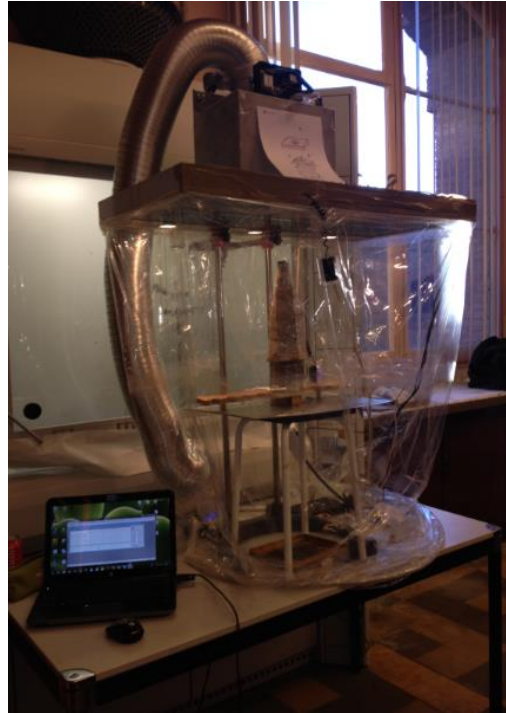


Figura 6.3.1. Sistema emprat per a l'obtenció de fum.

La campana extractora de cuina es va situar davant d'una campana de laboratori, per tal de que el conducte de sortida de la campana de cuina estigués connectada a la campana de laboratori, per a poder avaluar el fum de sortida en un "habitacle" diferent al de l'entrada, tal i com s'observa a la figura 6.3.2.

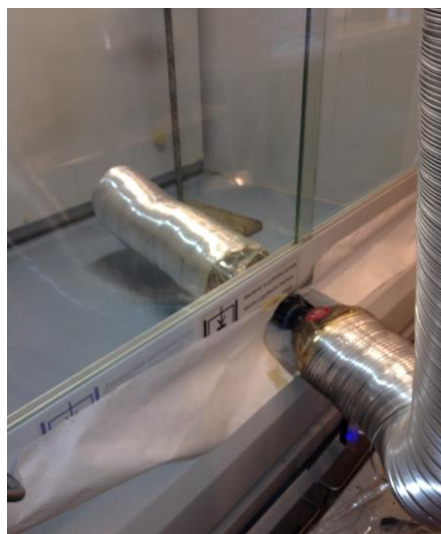


Figura 6.3.2. Conducte de sortida de la campana.

El conducte d'entrada tenia el mateix diàmetre que el de sortida, ja que per estudiar quin dels processos d'oxidació avançada anava millor, l'entrada i la sortida havien de tenir les mateixes condicions físiques.



Figura 6.3.3. Conducte d'entrada de la campana.

Un cop hi havia prou foc, es cobria el recipient on hi havia flames amb una tapa metàl·lica, de tal manera que s'apagués el foc i aparegués fum, tal i com es pot veure a la figura 6.3.5.



Figura 6.3.4. Crema de paper impregnat d'oli
d'oliva amb carbó actiu.



Figura 6.3.5. Sistema emprat per a l'obtenció de
fum.

6.4. RESULTATS OBTINGUTS

6.4.1. RESULTATS OBTINGUTS EN CONDICIONS EXTREMES

Les següents experiències es van realitzar instal·lant tres filtres d'alumini sense cap deposició física, per tal d'observar quins eren els resultats obtinguts treballant en condicions extremes.

6.4.1.1. SENSE FUM, SENSE RADIACIÓ UV + O₃ + IONx2

La primera prova es va realitzar sense fer passar fum pels detectors i sense connectar cap dispositiu, a fi i efecte de determinar la influència de la llum ambiental sobre els detectors. Es va comprovar que aquest paràmetre influïa, tal com es pot veure en la figura 6.4.1.1.1., sobretot en el senyal obtingut a la sortida de la campana.

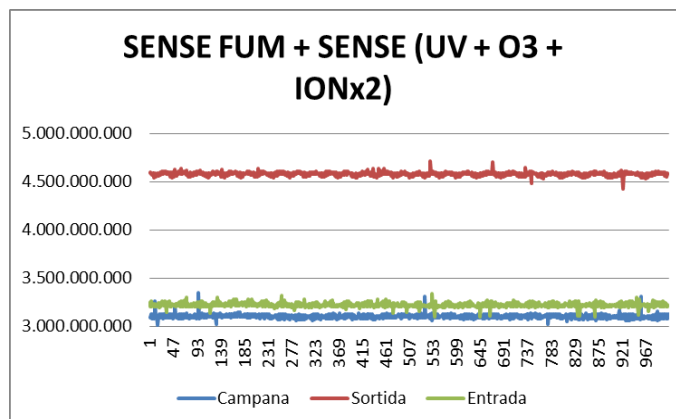


Figura 6.4.1.1.1. Influència de la llum ambiental en la resposta dels LEDs.

6.4.1.2. FUM, SENSE RADIACIÓ UV + O₃ + IONx2

Aquest efecte es va tenir en compte en la resta de les proves, sobretot en la segona, en la que es va determinar la diferència de la intensitat del senyal motivada pel pas del fum a través de la campana extractora sense haver connectat cap dispositiu, tal com es pot apreciar en la figura 6.4.1.2.1.

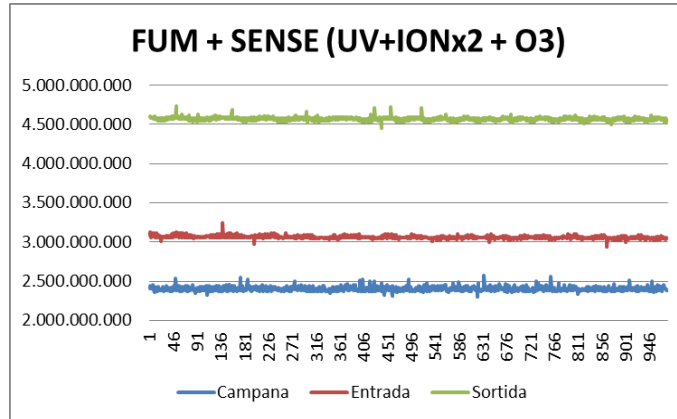


Figura 6.4.1.2.1. Diferència entre el senyal a l’entrada i a la sortida.

El fet que la intensitat del senyal fos major a la sortida es va interpretar com la influència de la llum ambiental, de manera anàloga al que havia succeït en l’ experiència anterior. És més, la diferència entre els senyals d’entrada i de sortida són, en ambdues ocasions, del mateix ordre de magnitud.

Una vegada confirmada la influència de la llum ambiental es va procedir a determinar la influència de cadascun dels dispositius incorporats (ionitzador, ozonitzador i radiació UV).

6.4.1.3. FUM, AMB IONx2

A la figura 6.4.1.3.1. es mostra la influència de l’ionitzador. Com es pot apreciar, l’ionitzador va tenir una influència significativament positiva en la resposta global del sistema, atès que el senyal a la sortida va ser més intens que a l’entrada.

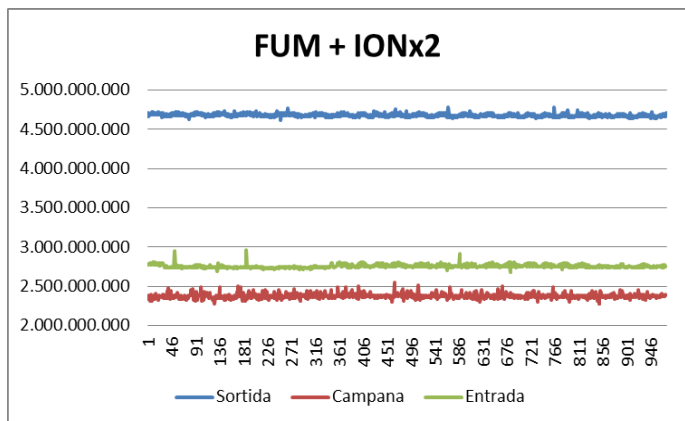


Figura 6.4.1.3.1. Influència de l’ionitzador en la resposta global del sistema.

Per poder quantificar aquesta influència es va procedir a determinar la diferència entre l'amplitud (diferència entre el valor màxim i mínim) del senyal a l'entrada i a la sortida. Aquest valor va ser, en ordre de magnitud, tres vegades la que s'havia detectat en les dues experiències anteriors.

Tal com s'aprecia en la figura 6.4.1.3.1. el senyal a la sortida va ser molt superior al senyal de l'entrada, la qual cosa va permetre justificar la influència positiva d'aquest dispositiu ja que, a la sortida, el LED corresponent podia detectar una intensitat lumínica significativament superior, la qual cosa només podia explicar-se pel fet que una part del fum havia estat retinguda, la qual cosa concordava amb la baixa amplitud d'aquest senyal.

6.4.1.4. FUM, AMB O₃

En l'experiència següent es va procedir a determinar la influència de l'ozonitzador, tal com es recull a la figura 6.4.1.4.1.

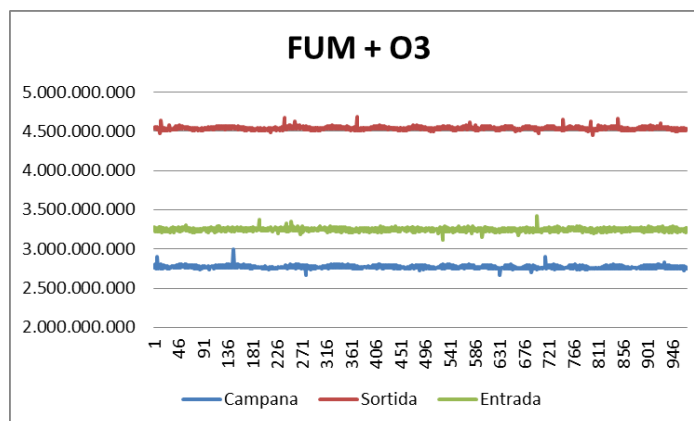


Figura 6.4.1.4.1. *Influència de l'ozonitzador en la resposta global del sistema.*

L'ozonitzador també va presentar una influència positiva en la resposta global del sistema, de manera anàloga al que havia fet l'ionitzador. Ara bé, entre els dos dispositius es va observar un comportament quantitatiu diferent ja que, en ordre de magnitud, la influència de l'ionitzador va ser el doble que l'ozonitzador, és a dir, la diferència entre l'amplitud del senyal a l'entrada i a la sortida va ser el doble en el cas de l'ozonitzador, la qual cosa es corresponia amb una menor eficàcia en l'eliminació de partícules de fum.

Aquests resultats es van justificar tot assumint que les partícules que formaven part del fum o bé tenien càrrega positiva o bé estaven fortament polaritzades i que, com a conseqüència d'aquest fet, la influència de les partícules negatives emeses per l'ionitzador provocà un efecte de precipitació, que no va provocar l'ozonitzador.

6.4.1.5. FUM, AMB RADIACIÓ UV

El tercer dispositiu que es va assajar va ser la radiació UV.

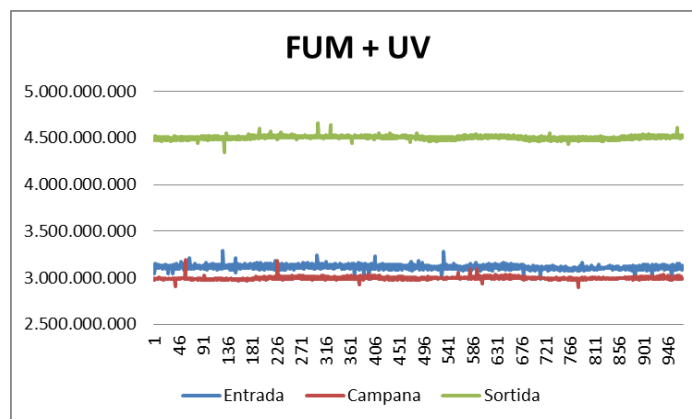


Figura 6.4.1.5.1. Influència de les radiacions UV en la resposta global del sistema.

Tal com es pot apreciar a la figura 6.4.1.5.1. el senyal a la sortida va ser més intens que el de l'entrada. Com a conseqüència, aquest dispositiu presentava una influència positiva. Ara bé, quan es va procedir a fer la determinació quantitativa es va observar que la diferència entre l'amplitud del senyal a l'entrada i a la sortida va ser molt menor que en les dues experiències anteriors (ozonitzador i ionitzador). En conseqüència del tres dispositius, la radiació de UV és el que va donar el resultat més pobre.

A la taula 6.4.1.5.1. es mostren els diferents valors obtinguts en les experiències descrites fins aquest moment:

Taula 6.4.1.5.1. Diferència d'amplitud entre els senyals d'entrada i sortida.

DISPOSITIU	DIFERÈNCIA AMPLITUD	ORDRE DE MAGNITUD
CAP	14.800.000	1
CAP AMB FUM	13.000.000	1
IONITZADOR	40.800.000	2,75
OZONITZADOR	20.600.000	1,4
RADIACIÓ UV	1.000.000	0,06

6.4.1.6. FUM, AMB IONx2 + O₃

Una vegada es va comprovar que el dispositiu més eficient era l'ionitzador es va procedir a fer combinacions dels diferents dispositius. En primer lloc, es van combinar l'ionitzador i l'ozonitzador. A la figura 6.4.1.6.1. es mostra el resultat obtingut.

Es pot comprovar que la influència conjunta d'ambdós dispositius va ser positiva (major intensitat del senyal a la sortida).

El mateix efecte es va observar quan es van combinar l'ionitzador i la radiació d'UV (figura 6.4.1.7.1.) i amb la combinació ozonitzador i radiació UV (figura 6.4.1.8.1.).

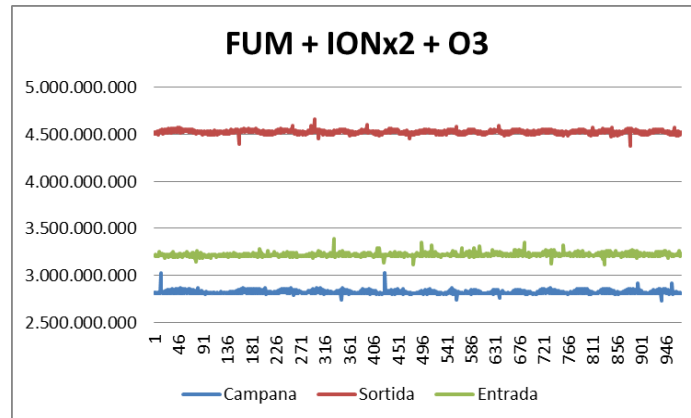


Figura 6.4.1.6.1. *Influència conjunta de l'ionitzador i de l'ozonitzador en la resposta global del sistema.*

6.4.1.7. FUM, AMB IONx2 + RADIACIÓ UV

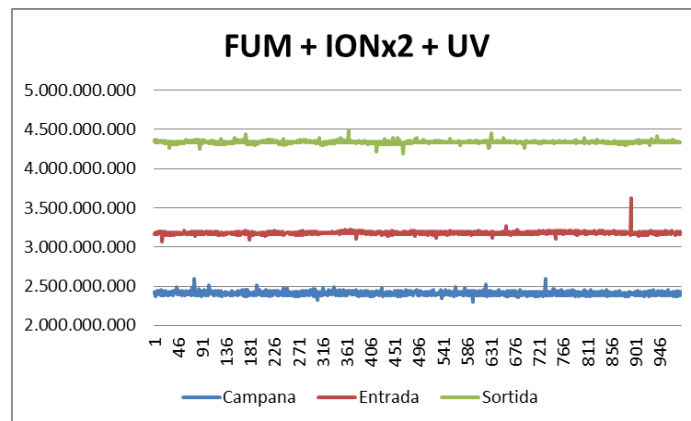


Figura 6.4.1.7.1. *Influència conjunta de l'ionitzador i de la radiació UV en la resposta global del sistema.*

6.4.1.8. FUM, AMB RADIACIÓ UV + O₃

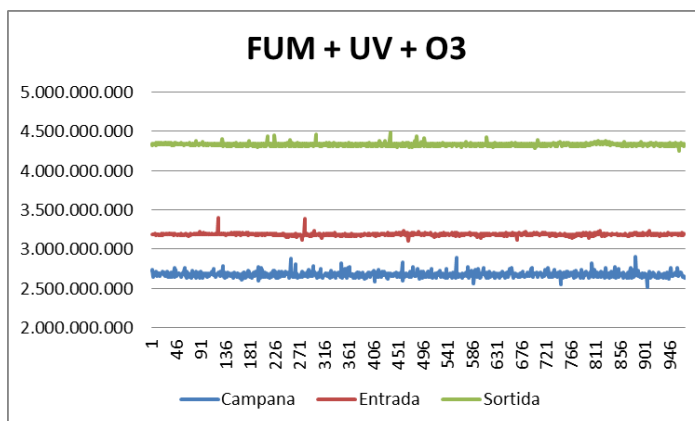


Figura 7.4.1.8.1. Influència conjunta de la radiació UV i de l'ozonitzador en la resposta global del sistema.

6.4.1.9. FUM, AMB O₃ + IONx2 + RADIACIÓ UV

Finalment, es va procedir a determinar la influència simultània dels tres dispositius (figura 6.4.1.9.1.)

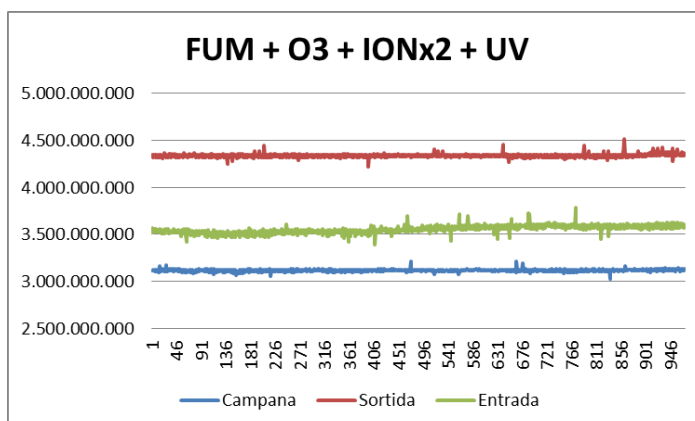


Figura 6.4.1.9.1. Influència conjunta de l'ionitzador, l'ozonitzador i de la radiació UV en la resposta global del sistema.

Tal com era d'esperar, la resposta conjunta va ser positiva (major intensitat de senyal a la sortida).

A la taula 6.4.1.9.1. es recullen les respostes quantitatives d'aquestes quatre darreres experiències, tot agafant com a referència el mateix que en la taula anterior, és a dir, la variació observada com a conseqüència de la influència de la radiació ambiental.

Taula 6.4.1.9.1. Diferència d'amplitud entre els senyals d'entrada i sortida.

DISPOSITIUS	DIFERÈNCIA AMPLITUD	ORDRE DE MAGNITUD
IONITZADOR + OZONITZADOR	5.400.000	1
IONITZADOR + RADIACIÓ UV	50.600.000	9,37
OZONITZADOR + RADIACIÓ UV	17.400.000	3,22
IONITZADOR + OZONITZADOR + RADIACIÓ UV	28.800.000	5,33

Del conjunt de les experiències conjuntes realitzades es dedueix que la combinació que dona millors resultats és la formada per l'ionitzador i les radiacions UV. És més, aquesta combinació presentà un comportament millor que l'ionitzador en solitari.

6.4.1.10. FUM, AMB IONx2 + PERÒXID D'HIDROGEN

Un cop s'havia detectat quin dels tres dispositius funcionava millor, i quina combinació era la més efectiva, es va procedir a realitzar una prova amb el peròxid d'hidrogen amb el dispositiu i la combinació que donava millors resultats.

A continuació, es mostra el resultat que s'obté quan s'afegeix el H₂O₂ amb l'ionitzador.

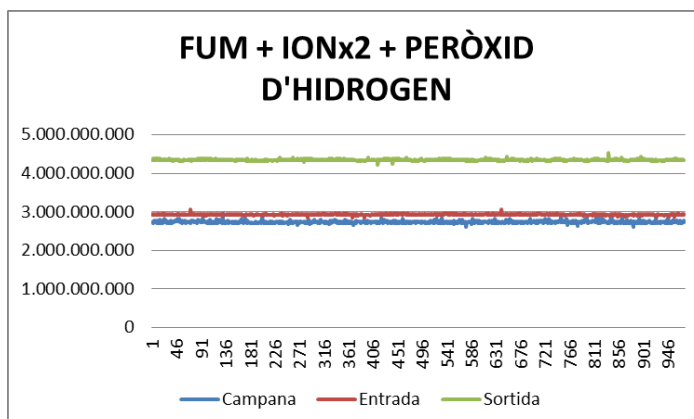


Figura 6.4.1.10.1. Influència conjunta de l'ionitzador en presència de H_2O_2 .

Es pot observar a la figura 6.4.1.10.1. com la diferència de magnituds és de 21.800.000, i abans d'introduir el H_2O_2 era de 40.800.000, el que significa que la incorporació del peròxid d'hidrogen empitjora l'eliminació de fums en aquest cas, donat que la diferència de magnitud és menor utilitzant aquest reactiu químic.

6.4.1.11. FUM, AMB IONx2 + RADIACIÓ UV + PERÒXID D'HIDROGEN

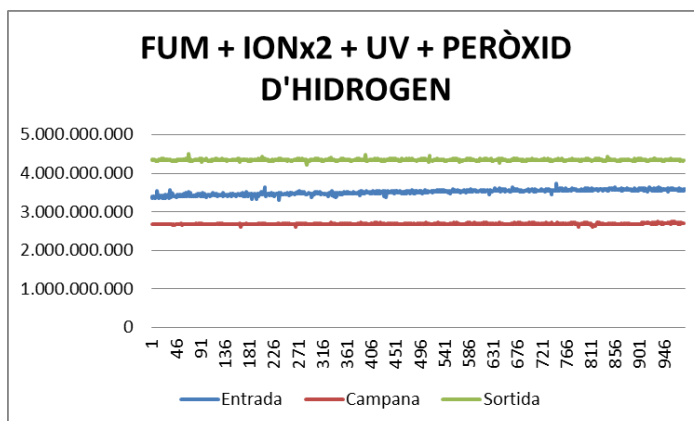


Figura 6.4.1.11.1. Influència conjunta de l'ionitzador amb la llum ultraviolada en presència de H_2O_2 .

A l'anterior figura s'observa com la diferència de magnituds utilitzant el H_2O_2 és de 80.000.000, i sense utilitzar el H_2O_2 era de 50.600.000. Això significa que el peròxid d'hidrogen junt amb l'ionitzador i la llum ultraviolada millora la reducció de fums.

6.4.1.12. FUM, AMB O₃ + RADIACIÓ UV + PERÒXID D'HIDROGEN

Atès que un dels processos d'oxidació avançada més recomanats és la combinació entre l'ozó, i la radiació UV en presència de peròxid d'hidrogen es va procedir a fer-la. D'aquesta manera, es buscava la situació més favorable per l'oxidació dels components del fum mitjançant la formació de radicals lliures. A la figura 6.4.1.12.1. es mostren els resultats obtinguts.

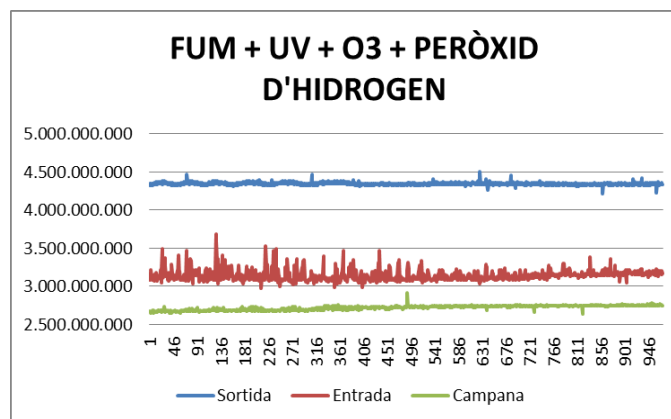


Figura 6.4.1.12.1. Influència conjunta de l'ozonitzador i la radiació d'UV en presència de H₂O₂.

A més a més d'un comportament qualitatiu positiu (senyal de sortida de major intensitat), l'ordre de magnitud del senyal quantitatiu va ser de 11,5, molt superior al resultat que s'havia obtingut amb l'ionitzador en presència de radiació UV. La introducció d'un medi aquós (a través de l'aigua oxigenada) va fer canviar dràsticament el mecanisme predominant d'eliminació de les partícules de fum. Així, es va passar d'un procés de precipitació per efecte de compensació de càrregues elèctriques a un d'oxidació mitjançant radicals lliures.

6.4.2. RESULTATS OBTINGUTS UTILITZANT UN FILTRE D'ALUMINI TRACTAT AMB TiO₂ i TITANI I DOS FILTRES SENSE TRACTAR

Les següents experiències es van realitzar instal·lant dos filtres d'alumini sense cap deposició física i un filtre impregnat de diòxid de titani i titani, el qual es va col·locar a la part central de la campana, donat que era el principal punt d'aspiració de la campana.

En el capítol 6.4.1. es va observar que les proves realitzades sense fum i sense cap dispositiu connectat a la campana, i amb fum sense l'ozonitzador, l'ionitzador i la radiació de llum ultraviolada, donava variacions en el senyal degut a la llum ambiental. Ara bé, com que aquesta influència no va ser significativa respecte la resta, es va decidir no repetir aquest tipus d'experiències en la segona part de les proves, donat que no té importància en l'estudi de quin dispositiu ajuda a l'eliminació del fum.

6.4.2.1. FUM, AMB IONx2

Tal i com s'aprecia a la figura 6.4.2.1.1. l'ionitzador va tenir una influència positiva en la resposta global del sistema, ja que el senyal a la sortida va ser més intens que a l'entrada. A la taula 6.4.2.3.1. es mostra com l'ionitzador va ser el dispositiu amb una diferència d'amplituds més elevada, el que significava que la diferència entre l'amplitud de l'entrada i la sortida era millor, el que verificava que la quantitat de fum era menor.

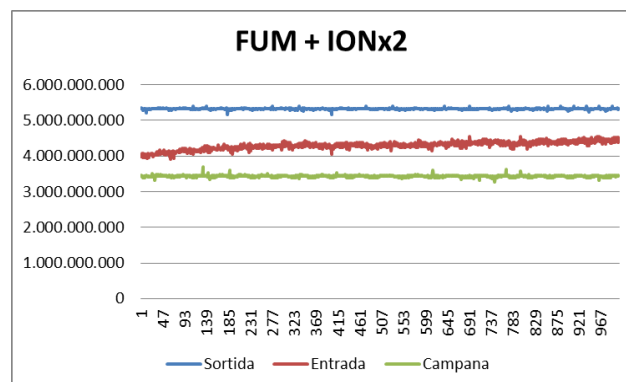


Figura 6.4.2.1.1. Influència de l'ionitzador en la resposta global del sistema.

6.4.2.2. FUM, AMB O₃

A continuació es mostra la influència de l'ozonitzador en la reducció de fum.

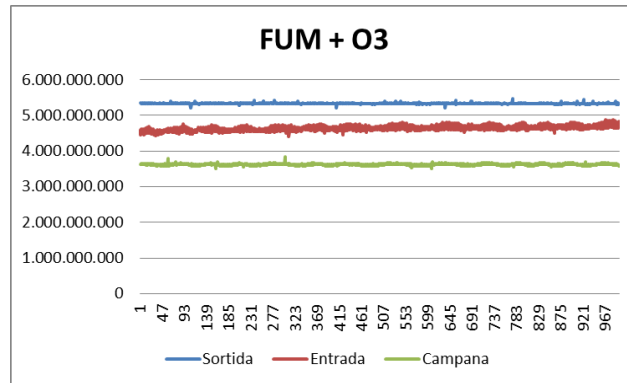


Figura 6.4.2.2.1. Influència de l'ozonitzador en la resposta global del sistema.

L'ozonitzador va presentar una influència positiva en la resposta global del sistema, tal com havia fet l'ionitzador. Respecte aquests dos dispositius, es va observar com l'ionitzador oferia una diferència d'amplituds major que l'altre, el que suposava un millor comportament respecte a la reducció de fums.

6.4.2.3. FUM, AMB RADIACIÓ UV

Tal com es pot apreciar a la figura 6.4.2.3.1. el senyal a la sortida presentava valors més elevats que el de l'entrada. Tot i això, la radiació UV va ser el dispositiu que presentava una diferència d'amplituds molt menor que l'ozonitzador i l'ionitzador. El que significava que tot i tenir una bona influència en l'eliminació de fum, és el dispositiu amb menor eficàcia.

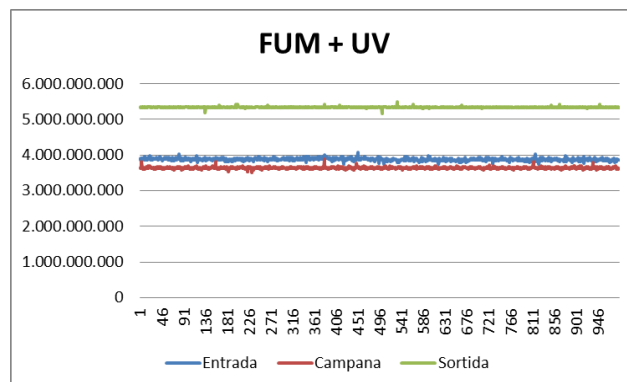


Figura 6.4.2.3.1. Influència de les radiacions UV en la resposta global del sistema.

Taula 6.4.2.3.1. Diferència d'amplitud entre els senyals d'entrada i sortida.

DISPOSITIU	DIFERÈNCIA AMPLITUD	ORDRE DE MAGNITUD
IONITZADOR	266.000.000	1,54
OZONITZADOR	205.400.000	1,18
RADIACIÓ UV	173.000.000	1

6.4.2.4. FUM, AMB IONx2 + O₃

Després de realitzar les proves amb els dispositius, i comprovar que el dispositiu més eficient era l'ionitzador, es va realitzar una sèrie de proves combinant entre sí els dispositius, per a esbrinar quina de les combinacions era la més indicada. A la figura 6.4.2.4.1. es mostra el resultat obtingut combinant l'ionitzador i l'ozonitzador.

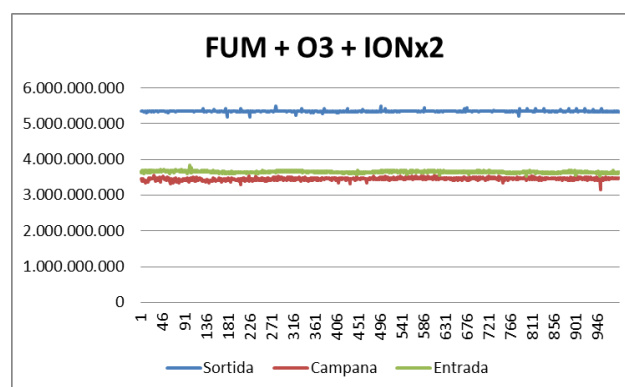


Figura 6.4.2.4.1. Influència conjunta de l'ionitzador i de l'ozonitzador en la resposta global del sistema.

Es pot observar com la influència conjunta d'ambdós dispositius va ser molt positiva, donat que existeix una major intensitat del senyal a la sortida que no pas a l'entrada.

Quan es va comparar l'ionitzador i la radiació d'UV (figura 6.4.2.5.1.) i la combinació de l'ozonitzador i la radiació UV (figura 6.4.2.6.1.) es va observar com aquestes dues combinacions respecte a l'ionitzador amb l'ozonitzador no presentaven la mateixa eficàcia en la reducció de l'opacitat. Això es va comprovar amb la diferència d'amplituds entre l'entrada i la sortida de la campana, on la combinació entre l'ionitzador i l'ozonitzador presentava el valor més elevat.

6.4.2.5. FUM, AMB RADIACIÓ UV + IONx2

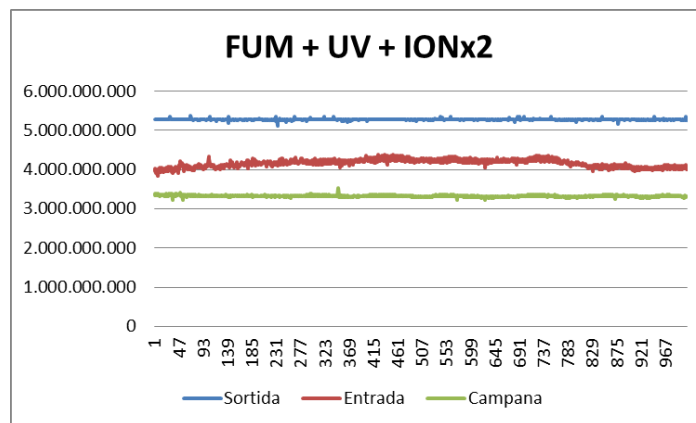


Figura 6.4.2.5.1. *Influència conjunta de l'ionitzador i de la radiació UV en la resposta global del sistema.*

6.4.2.6. FUM, AMB RADIACIÓ UV + O₃

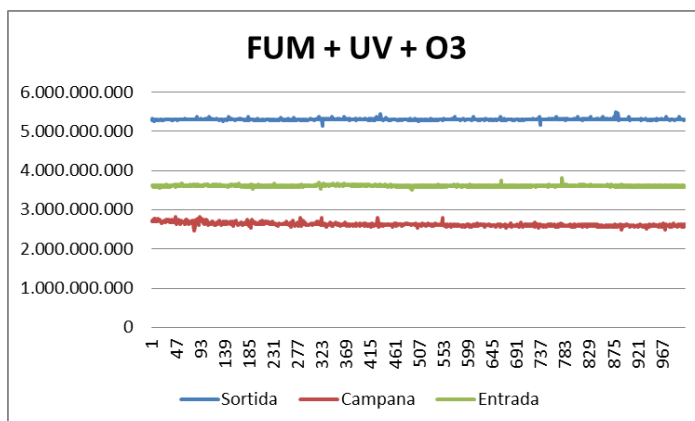


Figura 6.4.2.6.1. Influència conjunta de l'ozonitzador i de la radiació UV en la resposta global del sistema.

6.4.2.7. FUM, AMB O₃ + IONx2 + RADIACIÓ UV

Finalment, es va procedir a determinar la influència simultània dels tres dispositius (figura 6.4.2.7.1.)

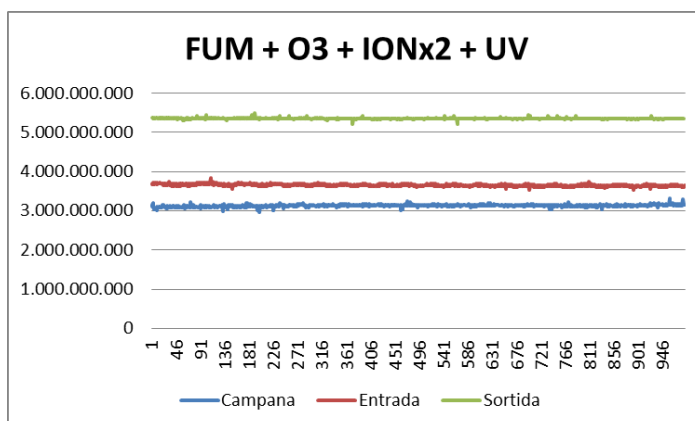


Figura 6.4.2.7.1. Influència conjunta de l'ionitzador, l'ozonitzador i de la radiació UV en la resposta global del sistema.

Tal i com s'observa a la figura 6.4.2.7.1. la combinació dels tres dispositius va donar bons resultats, ja que existeix una major intensitat a la sortida de la campana que a l'entrada. No obstant això, la combinació d'aquests era la menys indicada. A la taula 6.4.2.7.1. es pot

observar la diferència d'amplituds per tal de determinar quina de les combinacions era la més adequada.

Taula 6.4.2.7.1. Diferència d'amplitud entre els senyals d'entrada i sortida.

DISPOSITIUS	DIFERÈNCIA AMPLITUD	ORDRE DE MAGNITUD
IONITZADOR + OZONITZADOR	412.000.000	4,11
IONITZADOR + RADIACIÓ UV	106.000.000	1,06
OZONITZADOR + RADIACIÓ UV	256.800.000	2,56
IONITZADOR + OZONITZADOR + RADIACIÓ UV	100.200.000	1

Un cop es van realitzar totes les combinacions possibles es va concloure que la combinació que donava millors resultats va ser l'ionitzador amb l'ozonitzador.

Per a observar quina era la resposta a l'incorporar el peròxid d'hidrogen, es van repetir totes les proves amb els dispositius per separat i les seves respectives combinacions.

S'ha considerat convenient incorporar només la gràfica del dispositiu i la combinació que va oferir millors resultats, donat que qualitativament eren totes semblants.

6.4.2.8. FUM, AMB IONx2 + PERÒXID D'HIDROGEN

A la figura 6.4.2.8.1. es mostren els resultats obtinguts.

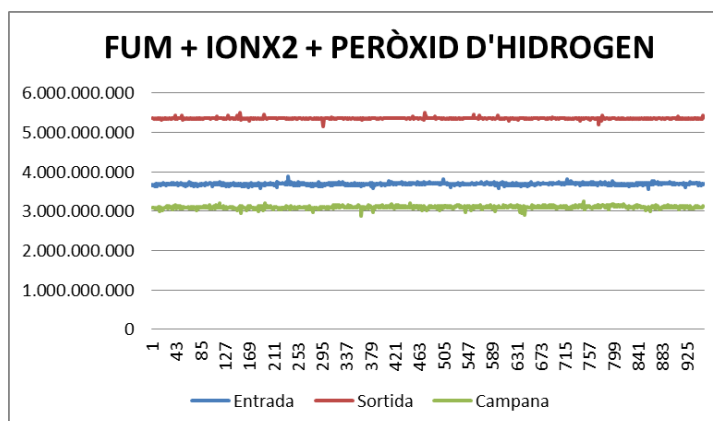


Figura 6.4.2.8.1. Influència conjunta de l'ionitzador en presència de H_2O_2 .

S'ha comprovat que l'ionitzador no millora amb la incorporació del peròxid d'hidrogen, donat que passa de 266.000.000 a 63.400.000, el que significa que no ajuda a la precipitació de les partícules de fum.

6.4.2.9. FUM, AMB O₃ + IONx2 + PERÒXID D'HIDROGEN

A continuació, es mostra l'ionitzador que ha sigut el dispositiu que ha donat millors resultats junt amb l'ozonitzador i el peròxid d'hidrogen.

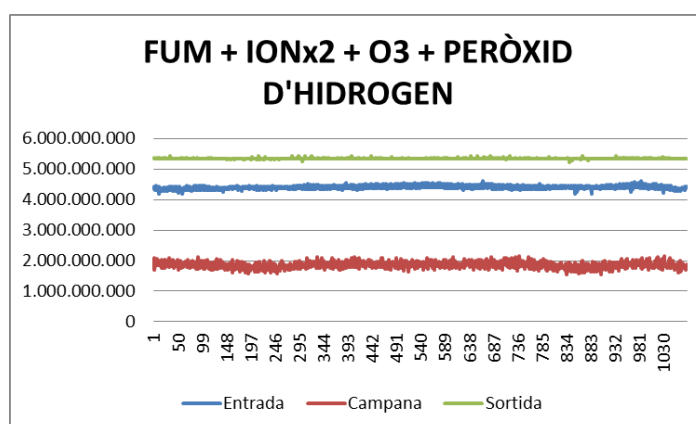


Figura 6.4.2.9.1. Influència conjunta de l'ozonitzador i l'ionitzador en presència de H_2O_2 .

A la vista està que la combinació d'aquests dos dispositius amb l'ajuda del peròxid d'hidrogen disminueix la quantitat de fum. A la figura es pot observar com el senyal de sortida obté un valor més elevat que no pas el d'entrada. D'altra banda, s'observa com la ona de sortida està composta per menys variacions de valors, el que significa que hi ha una millora progressiva en l'eliminació dels fums.

A l'annex 7 es recullen algunes experiències realitzades en aquest capítol.

6.5. CONCLUSIONS D'AQUEST CAPÍTOL

A la vista dels resultats es pot concloure el següent:

1. La potència dels LEDs de UV utilitzat no ha estat suficient com per provocar l'excitació sobre el filtre en el que s'havia depositat el diòxid de titani i titani semblant a l'efecte que s'ha observat quan s'ha utilitzat l'ionitzador i l'ozonitzador.
2. Dels tres instruments utilitzats (IONx2, O₃ i UV), el que ha donat els millors resultats és l'ionitzador. Aquest fet, es pot interpretar com que l'ionitzador per efecte de càrrega electrostàtica provoca la precipitació dels sòlids en suspensió que constitueixen les partícules de fum.
3. El fet de que l'ozonitzador hagi presentat un bon resultat (del mateix ordre de magnitud que l'ionitzador), fa pensar que la descomposició d'aquesta substància en radicals lliures (O[·]), ha provocat l'atac en les parts insaturades de les partícules de fum i que, després de provocar-ne la seva escissió, aquestes partícules es transformaven en trossos més petits.
4. La combinació de l'ionitzador i l'ozonitzador també ha donat bons resultats com a conseqüència de la fragmentació provocada per l'ozonitzador i la precipitació per càrrega electrostàtica de l'ionitzador.

CAPÍTOL 7. COMPROVACIÓ DE LA REDUCCIÓ DELS COMPONENTS VOLÀTILS RESPONSABLES DE L'OLOR

En aquesta fase es va abordar la reducció/eliminació de les olors. A tal efecte es va procedir a adaptar la metodologia exposada a la norma CEI 61591:1997, la qual descriu un mètode per a valorar l'eficàcia dels filtres de les campanes de recirculació, mitjançant un cromatògraf de gasos. La norma es pot consultar a l'annex 7.

El mètode que explica la norma, s'aplica als filtres de carbó actiu. Ara bé, en aquest cas, es treballà amb filtres banyats amb titani + diòxid de titani. Per aquest motiu i donades les condicions que hi havia al laboratori i el material disponible, es va haver de modificar el mètode per a valorar l'eficiència dels filtres de les campanes amb recirculació. A continuació, es mostra la norma CEI 61591:1997 modificada segons les condicions que es disposaven en el laboratori.

Cal dir que aquesta normativa es fonamenta en la metil-etil-cetona, ja que, aquesta substància pertany als compostos carbonílics de segon grau d'oxidació (vegeu annex 4), que es caracteritza per tenir una olor molt penetrant.

7.1. MÈTODE DE DETECCIÓ DE CETONES

Per a la primera part del mètode, l'assaig es va duu a terme en una habitació que quan estava tancada tenia un volum de $52 \text{ m}^3 \pm 2 \text{ m}^3$, on les parets eren impermeables a la metil-etil-cetona (MEK).

Es van instal·lar verticalment quatre punts de mesurament. La separació entre dos punts consecutius va ser de 500 mm i l'alçada del punt inferior també va ser de 500 mm respecte el terra (vegeu figura 7.1.1.).

Com a conseqüència, el punt més elevat restà a dos metres del terra (punt 1), el segon a 1,5 metres, el tercer a un metre i el darrer a mig metre.

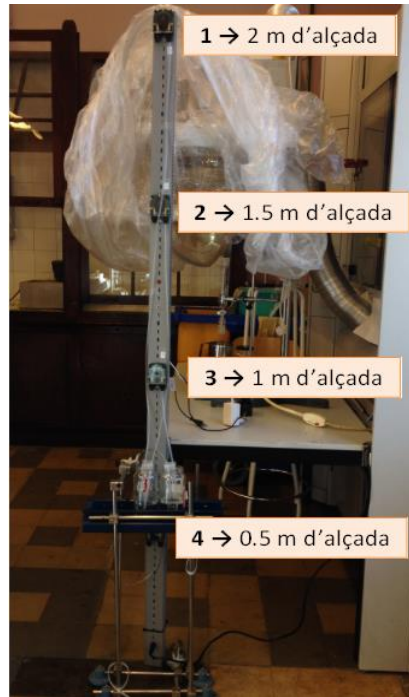


Figura 7.1.1. Dispositiu emprat per a l'obtenció de mostres a diferents alçades.

Totes les properes imatges que incorporin els números 1, 2, 3 o 4, corresponen a la llegenda descrita anteriorment a la figura 7.1.1.

Es col·locà una bomba peristàtica a cada punt de mesurament, tal i com es pot observar a la figura 7.1.2.



Figura 7.1.2. Bomba peristàtica del punt 2.

Cada bomba feia passar l'aire que succionava (vapor de cetona i aigua destil·lada) per un tub d'assaig (en total hi havia 4 tubs d'assaigs, un per a cada bomba), de manera que es pogués valorar la concentració de cetona que hi havia a cada separador mitjançant la prova del iodoform (l'aparició d'un precipitat groc, demostra la presència d'una metil-cetona), tal i com es pot observar a la figura 7.1.3.



Figura 7.1.3. Imatge de la connexió de la bomba al tub d'assaig.

Seguidament es col·locava un recipient circular, amb diàmetre $200 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$ i una alçada aproximada de 125 mm , a l'interior de la manta calefactora.

D'altra banda, es preparava una solució que contenia $12 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ de cetona en $300 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ d'aigua destil·lada. Aquesta dissolució aquosa es va fer degotejar a l'interior del recipient circular calent de manera que, aproximadament en un període de noranta minuts, es pogués evaporar completament.

A la figura 7.1.4. es mostra en detall el sistema emprat per a evaporar la mostra sobre la planxa del recipient circular escalfada mitjançant una manta calefactora.



Figura 7.1.4. *Dispositiu emprat per evaporar la mostra.*

Durant el procés d'evaporació es procedia a recollir mostres de l'aire, que es feien passar (bombolejar) a través de 10 mL d'una dissolució d'hidròxid de sodi (NaOH) al 10%. Aquesta dissolució estava situada a l'interior de cada tub d'assaig i, evidentment, cada mostra es feia bombolejar en un tub d'assaig diferent, tal i com es pot observar a la figura 7.1.5.



Figura 7.1.5. *Sistema utilitzat per fer bombolejar les mostres d'aire des de 4 alçades diferents a l'interior dels tubs d'assaig respectius.*

Una vegada havia finalitzat el període de temps de recollida de mostres, s'introduïa a cada tub d'assaig 10 mL més d'una dissolució de iode/iodur potàssic. La dissolució de iode/iodur potàssic es va preparar a partir d'1 gram de iode resublimat i 4 grams de iodur potàssic dissolts en un volum de 100 mL d'aigua destil·lada.

La formació del corresponent precipitat de iodoform indicava que, en les condicions experimentals específiques de l'assaig, havia passat un volum significatiu de cetona a través del tub d'assaig, la qual cosa no era el resultat desitjable ja que indicava que el/els dispositiu/s emprat/s no havien aconseguit eliminar aquest producte de l'aire. Cada prova es va realitzar 3 vegades.

D'aquesta manera es va aconseguir obtenir resultats significatius sense haver d'emprar un sistema cromatogràfic de gasos, la qual cosa hauria significat una dificultat experimental més que considerable.

7.2. EXPERIÈNCIES AMB ACETONA

Tot i que la norma CEI 61591:1997 estableix que la cetona que s'ha d'emprar és la metil-etil-cetona (MEK), es va procedir a adaptar el mètode analític amb la cetona més simple de totes: La dimetil-cetona, és a dir, l'acetona. Aquesta decisió es va justificar pel fet que aquesta cetona presenta dos grups metils en la seva cadena (CH_3COCH_3), de manera que és la cetona que pot presentar el límit de detecció més baix.

Així doncs, en primer lloc es va procedir a determinar el límit de detecció d'aquesta reacció, entenent com a límit de detecció la formació d'un precipitat de color groc de CHI_3 (iodoform) visible a ull nu.

A tal efecte, es va procedir a introduir en un tub d'assaig 0,1 ml d'acetona (dimetil-cetona), 2 mL d'aigua destil·lada, 1 mL de NaOH al 10% i 5 gotes de iode/iodur de potassi 1:4, és a dir, un gram de iode resublimat i quatre de iodur potàssic. Com que el resultat va ser positiu (es va formar un precipitat de color groc, fàcilment apreciable a ull nu), tal i com es pot observar a la figura 7.2.1. es va procedir a diluir la concentració de l'acetona, per tal de saber fins a quina concentració apareixia precipitat.



Figura 7.2.1. Formació del precipitat de color groc (prova del iodoform positiva).

El mètode per a obtenir les reduccions de la concentració de l'acetona per a comprovar fins a quina concentració s'obtenia precipitat, va ser el següent: Es dissolt 1 ml d'acetona pura en 10 ml d'aigua destil·lada. En el cas que s'obtingui precipitat, es procedirà a realitzar una segona reducció, en la qual s'afegirà 1 ml de la primera reducció en 10 ml d'aigua destil·lada. Aquest procediment s'efectuarà fins que no s'obtingui precipitat. Un cop realitzat el mètode anterior, es va comprovar que fins a un volum de 0,001 mL de dimetil-cetona s'obtenia precipitat observable a ull nu, tal com es mostra a la figura 7.2.2.



Figura 7.2.2. Visualització del iodoform fins a la tercera dilució.

Una vegada es va tenir la certesa de que un volum tant petit de dimetil-cetona era suficient com per donar positiva a la prova del iodoform es va procedir a determinar la presència d'aquest compost químic a l'aire.

7.2.1. RESULTATS OBTINGUTS AMB L'ACETONA

Abans de començar amb les experiències, es va voler estudiar quin dels dos tubs que apareixen a la figura 7.2.1.1. seria el més convenient per a realitzar les proves. D'aquesta manera, es va realitzar una prova seguint el mètode explicat a la part experimental, en aquest cas sense connectar la campana extractora, ja que només es volia comprovar quin dels dos tubs permetia obtenir una major quantitat de precipitat.

Evidentment, sense l'ús de la campana, és a dir, sense cap dispositiu (ionitzador, ozonitzador i radiació UV) i sense el filtre de titani més diòxid de titani, la quantitat de precipitat obtingut havia de ser elevada, ja que no hi havia cap dispositiu que contribuís a la disminució d'aquest precipitat.



Figura 7.2.1.1. Tubs utilitzats en la succió del vapor de cetona més aigua destil·lada.

La primera prova es va realitzar amb un tub de plàstic de 2 mm (tub de la dreta de la imatge 7.2.1.1.), però es va observar que la quantitat de vapor que podia absorbir era petita, tal i com es pot observar a la figura 7.2.1.2. ja que no s'obtenia precipitat en cap dels tubs.

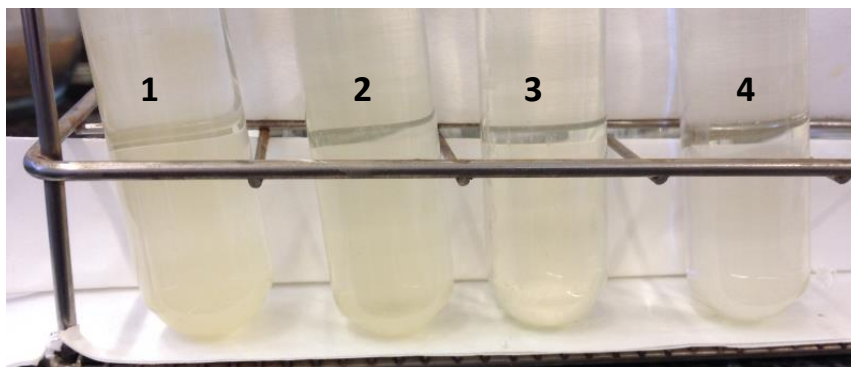


Figura 7.2.1.2. Absència de precipitat amb el tub de plàstic de 2 mm.

Per aquesta raó, es va decidir fer les experiències amb un tub de plàstic de 5 mm (tub de l'esquerra de la imatge 7.2.1.1.), amb el qual s'obtenia precipitat, tal i com s'observa a la figura 7.2.1.3.

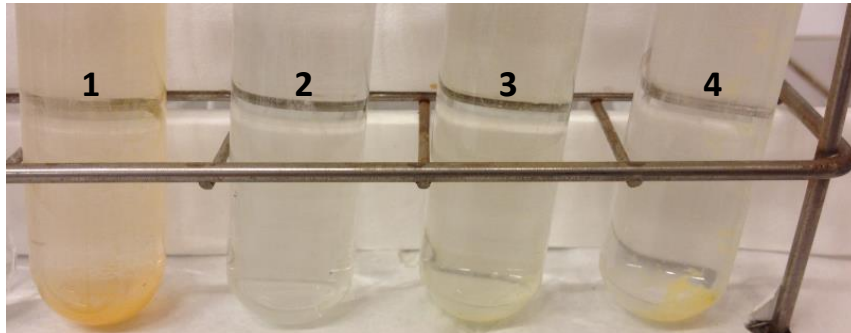


Figura 7.2.1.3. Precipitat obtingut amb el tub de plàstic de 5 mm.

Es va observar que utilitzant el tub de 5 mm, la quantitat de precipitat que s'obtenia era apreciable a ull nu, la qual cosa es va interpretar com que tenia capacitat suficient per absorbir el vapor d'aigua i acetona, en tenir un diàmetre més gran. D'aquesta manera, totes les següents proves es van realitzar amb el tub de 5 mm de diàmetre.

Un cop es va decidir amb quin tub es realitzarien les proves, tot i que la norma CEI 61591:1997 especifica que s'ha d'utilitzar 12 ml de cetona en 300 ml d'aigua destil·lada, es va voler comprovar que amb 24 ml la quantitat de precipitat obtingut era major, per tal d'assegurar la presència d'un precipitat. Es va realitzar el mètode de detecció explicat en l'apartat anterior, però amb l'única diferència de que només es va prendre des d'una alçada (1 m), donat que només es volia veure si augmentant la dosis d'acetona hi havia una quantitat major de precipitat, tal i com es pot veure a la figura 7.2.1.4. i 7.2.1.5.

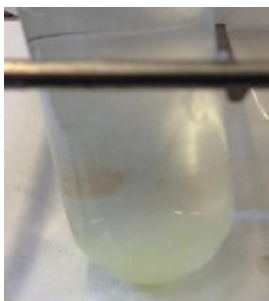


Figura 7.2.1.4. Precipitat amb 12 ml
d'acetona.

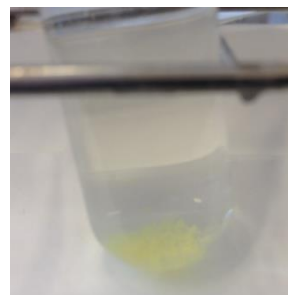


Figura 7.2.1.5. Precipitat amb 24 ml
d'acetona.

Un cop es va confirmar que duplicant la quantitat d'acetona la quantitat de precipitat augmentava, totes les experiències es van realitzar amb 24 ml d'acetona.

En aquestes experiències, la campana extractora es va protegir amb un plàstic, per tal d'evitar el màxim de pèrdues de vapor de la mescla acetona-aigua, tal i com s'observa a la figura 7.2.1.6.



Figura 7.2.1.6. Campana extractora coberta amb un plàstic, on les bombes peristàltiques estan cobertes.

A continuació, es van realitzar una sèrie d'experiències amb el muntatge que apareix a la figura 7.2.1.6. Es va realitzar una prova sense posar en funcionament la campana extractora, per tal de veure quins resultats s'obtenien. El que es va obtenir es pot veure a la figura 7.2.1.7.

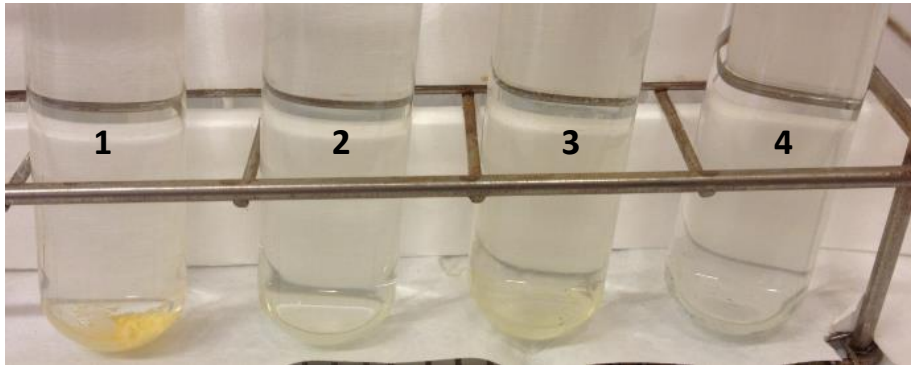


Figura 7.2.1.7. Precipitat amb 24 ml d'acetona als quatre punts de mesurament, sense la campana en funcionament.

Es pot observar com al punt 1 és on apareix la major quantitat de precipitat donat que a l'estar el recinte cobert, tal i com s'observa a la figura 7.2.1.6. tots els vapors ascendeixen cap a dalt, de manera que la majoria dels vapors queden retinguts al punt 1.

D'altra banda, el punt 3 és el segon tub on hi ha més precipitat, la qual cosa s'interpretà com que l'evaporació de la solució d'acetona més aigua es concentrava a l'alçada del punt 3, és a dir a 1 m d'altura. En el punt 2 es va formar poca quantitat de precipitat, la qual cosa es va interpretar com una distribució no homogènia del vapor (cetona+aigua) a l'interior del volum protegit amb la superfície plàstica com a conseqüència de corrents convectius. Cal destacar que en el punt 4 no es va detectar presència de precipitat. Cal recordar que aquest punt restà a una alçada de 0,5 m respecte el nivell del terra i, com a conseqüència, també restà per sota del nivell de la taula on es va situar el dispositiu per evaporar la mescla cetona-aigua. Evidentment, va ser el punt més baix de mesurament, on menor va ser la concentració de vapor acumulada.

Seguidament es va realitzar una prova amb la campana en funcionament, connectant a la vegada la radiació UV, l'ozonitzador i l'ionitzador (UV+O₃+IONx2), per tal de veure com actuaven els dispositius. Els resultats s'observen a la figura 7.2.1.8.

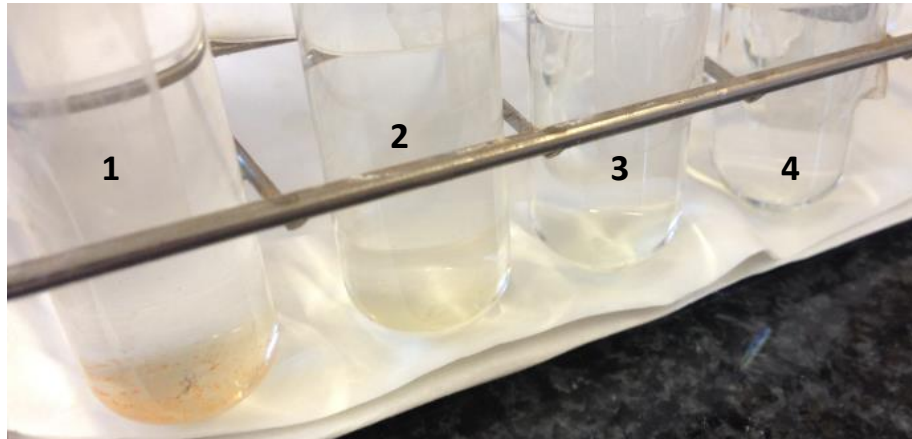


Figura 7.2.1.8. Precipitat amb 24 ml d'acetona als quatre punts de mesurament, amb la campana en funcionament.

Es pot observar com al connectar els tres dispositius, la quantitat de precipitat present en els 4 tubs d'assaigs disminueix. Per tant, a efectes pràctics, la incorporació d'aquests elements ajuda a disminuir la quantitat de precipitat, la qual cosa és equivalent a dir que es produeix una disminució de la concentració de cetona a l'interior del volum d'aire protegit per la capa de plàstic.

A efectes pràctics, la dimetil-cetona només es va fer servir per comprovar que el sistema funcionava. Una vegada es va tenir constància que els tres dispositius (ionitzador, ozonitzador i radiacions UV) interaccionaven positivament, fent disminuir la quantitat de precipitat de iodoform a l'interior del tub d'assaig, es va procedir a emprar la metil-etil-cetona.

7.3. EXPERIÈNCIES AMB METIL-ETIL-CETONA

Per tal de comprovar el grau d'eliminació de les olors, es va treballar amb la metil-etil-cetona, substància recomanada a la norma CEI 61591:1997. Cal remarcar que el fet de treballar amb aquesta cetona va implicar treballar amb una substància amb una olor característica molt intensa. A més a més, des del punt de vista químic, és un substrat molt difícil d'oxidar, com ho són totes les cetones.

Tot i que es van realitzar una sèrie d'experiències amb la mateixa campana que s'havia determinat l'eliminació de fums, va ser necessari fer servir una segona campana atès que la primera va presentar falles de connexió elèctrica. De fet, la campana es desconnectava aleatòriament en qualsevol moment, el que provocava que els resultats obtinguts a la part de la metil-etil-cetona no fossin representatius.

Aquesta segona campana es va ubicar dins d'un habitacle més reduït que no pas el laboratori general en el que s'havien fet els primers assajos, tal i com es pot veure a la figura 7.3.1. D'aquesta manera, es disposava d'un volum aproximat al que recomana la norma CEI 61591:1997 de $22 \text{ m}^3 \pm 2 \text{ m}^3$.



Figura 7.3.1. Dispositiu emprat per a l'obtenció de mostres a diferents alçades.

Es va voler comprovar si duplicant la quantitat de MEK augmentava la quantitat de precipitat, tal i com va ocórrer amb l'acetona. Aquesta comprovació es va realitzar amb la campana sense funcionament, ja que es va voler observar si la detecció de la MEK augmentava duplicant la seva quantitat, independentment de la campana. D'aquesta manera, en el cas de que hi hagués precipitat, s'assegurava la seva presència. A la figura 7.3.2. i 7.3.3. es mostra com augmentant la quantitat de MEK augmenta el precipitat.

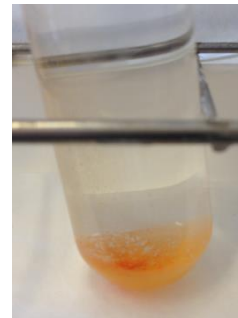


Figura 7.3.2. Precipitat amb 12 ml de MEK.

Figura 7.3.3. Precipitat amb 24 ml de MEK.

Les següents proves es van efectuar amb 24 ml de MEK, ja que segons la figura 7.3.3. s'obté una major quantitat de precipitat a ull nu.

7.3.1. RESULTATS OBTINGUTS AMB LA METIL-ETIL-CETONA

En una primera experiència, es va evaporar una dissolució com la indicada en el paràgraf anterior (24 mL de MEK diluïts fins a 300 mL amb aigua destil·lada). Durant aquest procés d'evaporació es va fer actuar la campana sense filtre ni cap dispositiu electrònic addicional (radiació UV, ozonitzador, ionitzador).

Es van agafar mostres de l'aire de l'habitable a diferents alçades: 2 m; 1,50 m i 1 m. La bomba peristàltica del punt 4, és a dir la que estava a 0,5 m d'alçada, es va eliminar ja que s'havia comprovat que els vapors no tenien tendència a desplaçar-se sota la taula on estava col·locat el dispositiu d'evaporació. A la figura 7.3.1.1 es mostra el nou muntatge que es va realitzar. Es va procurar que les bombes peristàltiques restessin fora de la protecció de plàstic per tal d'evitar la seva degradació prematura en contacte amb una atmosfera de MEK.



Figura 7.3.1.1. Segona campana extractora utilitzada, on les bombes peristàltiques restaren fora de la protecció plàstica.

Les mostres es van agafar a través de les bombes peristàltiques situades a aquestes alçades i l'aire recollit es va fer bombollejar a través de 20 mL d'una dissolució d'hidròxid sodi al 10% continguda en un tub d'assaig situat a l'interior d'un recipient ple d'aigua a temperatura ambient a fi i efecte de regular al màxim la temperatura de l'experiència. Per seguretat es va duplicar el volum de solució alcalina, respecte al que s'havia emprat en les experiències que s'havien fet amb dimetil-cetona. Conjuntament amb aquests 20 ml d'hidròxid sodi al 10%, a l'interior del tub d'assaig s'havien addicionat 5 ml d'una dissolució de iode resublimat i iodur potàssic 1:4 (1 g de iode, 4 g de iodur potàssic). A més a més, després de tot el procés de recollida de mostra es tornava a addicionar 5 ml més de la dissolució de iode resublimat i iodur potàssic a fi afepte de garantir la formació del iodoform.

7.3.1.1. CAMPANA SENSE FILTRE

A la figura 7.3.1.1.1. es pot apreciar que, en aquesta primera experiència, es va depositar un precipitat de iodoform en el fons de cada tub d'assaig .

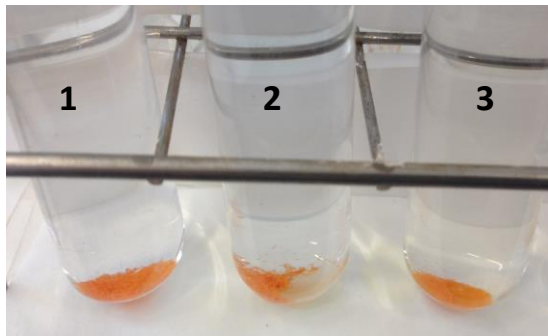


Figura 7.3.1.1.1. Resultats obtinguts amb campana sense filtre.

El fet que el contingut de precipitat en el fons de cada tub fos, pràcticament igual, va confirmar dues coses:

- La difusió de la MEK s'havia produït a tot el volum de l'habitacle.
- La difusió havia estat homogènia, la qual cosa va permetre assegurar que, en aquesta ocasió no hi va haver cap element que originés un corrent d'aire a l'interior de l'habitacle.

7.3.1.2. CAMPANA AMB FILTRE

La segona experiència es va fer una vegada s'havia incorporat el filtre recobert d'una capa de diòxid de titani i titani a la campana extractora.

Tal com es pot apreciar a la figura 7.3.1.2.1. el resultat obtingut va ser significativament diferent.

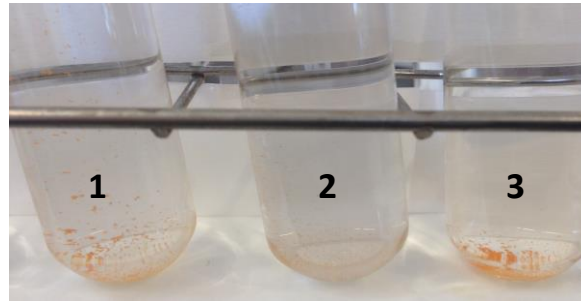


Figura 7.3.1.2.1. Resultats obtinguts amb campana amb filtre.

El fet d'emprar el filtre va comportar una disminució dràstica del contingut de precipitat de iodoform en cadascun dels tres tubs d'assaig, en el ben entès que les mostres s'havien obtingut en les mateixes posicions que en l'experiència anterior. Així, doncs, la presència del filtre recobert de (TiO_2+Ti) va significar una reducció del contingut de la MEK dins l'habitacle on es va realitzar l'experiència.

7.3.1.3. CAMPANA AMB FILTRE I IONITZADOR

En la tercera experiència, a més a més de fer servir el filtre, es va connectar l'ionitzador. A la figura 7.3.1.3.1. es mostren el resultats obtinguts.



Figura 7.3.1.3.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre i l'ionitzador.

Quan es van comparar els resultats de la segona i de la tercera experiència, es va apreciar com l'acció conjunta del filtre i l'ionitzador havia estat més efectiva que no pas l'acció simple del filtre. Així, doncs, es va concloure que l'ionitzador presentà un efecte positiu en l'eliminació de la MEK. Aquest efecte també es va trobar quan es va assajar el conjunt filtre i

la radiació UV (figura 7.3.1.4.1.) i quan es va assajar el conjunt filtre i ozonitzador (figura 7.3.1.5.1.).

7.3.1.4. CAMPANA AMB FILTRE I UV

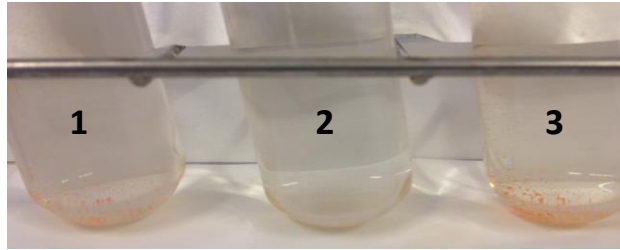


Figura 7.3.1.4.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre i la radiació UV.

7.3.1.5. CAMPANA AMB FILTRE I OZONITZADOR

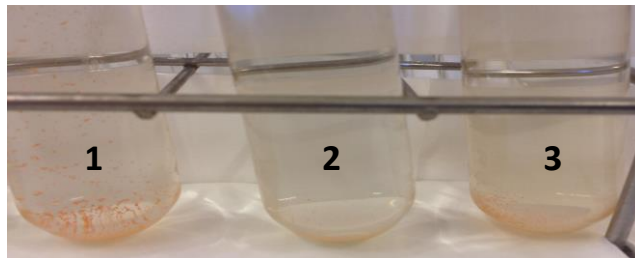


Figura 7.3.1.5.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre i l'ozonitzador.

Del conjunt de les experiències realitzades es desprèn que la influència de l'ionitzador, la llum ultraviolada i l'ozonitzador sobre el filtre de diòxid de titani/titani són del mateix ordre de magnitud, en el ben entès que el substrat químic emprat ha estat una cetona, un dels grups orgànics més resistent a l'oxidació.

Un altre aspecte a tenir en compte va ser que del conjunt de les darreres quatre experiències sempre es va observar una major eliminació de la MEK en el tub central, corresponent a una alçada de 1,50 m. Aquest fet, va fer pensar que la campana extractora originava un corrent d'aire que afavoria una distribució no homogènia de la MEK.

De manera sistemàtica, es va estudiar l'efecte conjunt dels tres dispositius incorporats a l'interior de la campana (ionitzador, ozonitzador i radiacions UV).

7.3.1.6. CAMPANA AMB FILTRE + IONITZADOR + OZONITZADOR

A la figura 7.3.1.6.1. es mostren els resultats obtinguts quan es van connectar simultàniament l'ionitzador i l'ozonitzador.

El conjunt format pel filtre, l'ionitzador i l'ozonitzador no va donar una resposta significativament millor a les obtingudes quan el filtre estava en combinació amb cadascun d'aquests dispositius per separat.

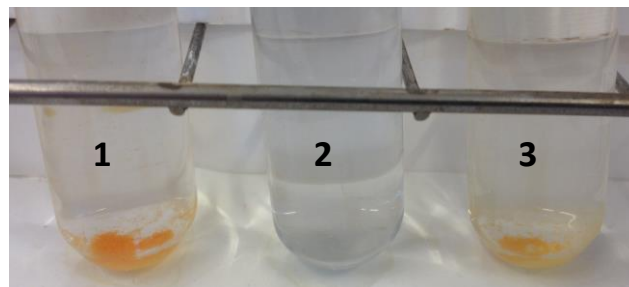


Figura 7.3.1.6.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre, l'ozonitzador i l'ionitzador.

De manera anàloga a les experiències anteriors es va observar que el tub corresponent a una altura de 1,50 m (punt 2) és el que va presentar una eliminació completa de la MEK. És més, si només es comparen els resultats d'aquesta altura, el resultat obtingut en aquesta experiència va ser millor.

De fet, en aquesta experiència no es van apreciar traces de precipitat, a diferència del que havia succeït en les experiències representades a les figures 7.3.1.4.1. i 7.3.1.5.1. En tot cas, el comportament va ser idèntic al mostrat en la figura 7.3.1.3.1. que mostra l'efecte combinat del filtre i de l'ionitzador.

7.3.1.7. CAMPANA AMB FILTRE + IONITZADOR + RADIACIÓ UV

D'altra banda, a la figura 7.3.1.7.1. es mostra els resultats obtinguts quan es van fer actuar conjuntament el filtre, l'ionitzador i la radiació UV.



Figura 7.3.1.7.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre, la radiació UV i l'ionitzador.

En aquesta ocasió, es va mantenir el comportament d'eliminació completa de la MEK en el tub central i, a més a més, els dos tubs laterals només van presentar traces de precipitat. Aquesta situació va ser comparable a les que s'havien obtingut amb les primeres experiències en les que el filtre s'havia combinat amb un únic dispositiu (ionitzador, radiació UV o ozonitzador).

7.3.1.8. CAMPANA AMB FILTRE + RADIACIÓ UV + OZONITZADOR

La darrera combinació de dos dispositius (sense tenir en compte el filtre) va ser l'ozonitzador i la radiació UV i, a la figura 7.3.1.8.1. es mostren els resultats que es van obtenir.

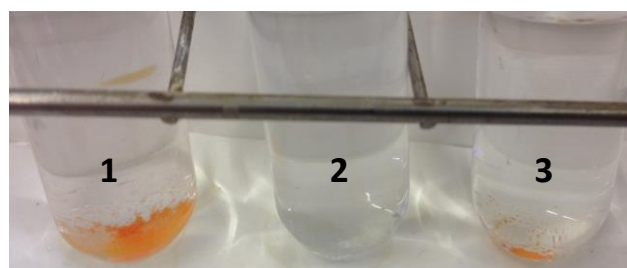


Figura 7.3.1.8.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre, la radiació UV i l'ozonitzador.

Del conjunt de les darreres tres experiències es desprèn que els millors resultats es van obtenir quan es van combinar el filtre, la radiació UV i l'ionitzador, per bé que aquests resultats no van ser significativament diferents dels obtinguts quan es van fer servir cadascun dels tres dispositius per separat en combinació amb el filtre.

Donat que en la realització de totes les proves anteriors en el punt 2, és a dir 1,5 m d'alçada, no hi ha presència de cap precipitat, les properes proves només es van realitzar fent funcionar el punt 1 i 3, és a dir 2,0 i 1,0 metres respectivament. Donat que els resultats obtinguts del tub a 1,5 m d'alçada no són rellevants per a l'estudi, ja que com s'ha comentat anteriorment, aquesta disminució de precipitat a aquesta altura, pot ser degut a un corrent d'aire.

7.3.1.9. CAMPANA AMB FILTRE + IONITZADOR + RADIACIÓ UV + OZONITZADOR

Per tal de veure si s'obtenia una millora en l'eliminació de la MEK en els tubs corresponents a les altures de 2,0 i 1,0 metres, es va procedir a estudiar la combinació dels tres dispositius amb el filtre. A la figura 7.3.1.9.1. es mostren els resultats obtinguts.

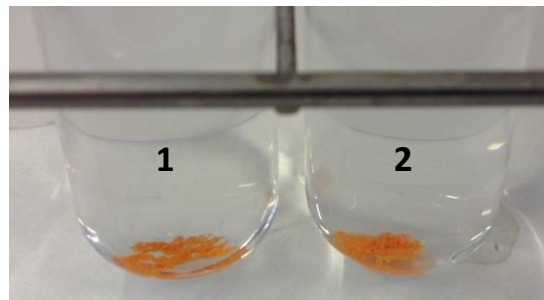


Figura 7.3.1.9.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre, la radiació UV, l'ionitzador i l'ozonitzador.

No es va observar cap millora significativa quan es van combinar els tres dispositius amb el filtre recobert amb diòxid de titani i titani.

7.3.1.10. CAMPANA AMB FILTRE + IONITZADOR + RADIACIÓ UV + OZONITZADOR + PERÒXID D'HIDROGEN

Per observar si s'obtenia una millora en l'eliminació de la MEK, es va procedir a estudiar la combinació dels tres dispositius conjuntament amb peròxid d'hidrogen en el filtre. A la figura 7.3.1.10.1. es mostren els resultats obtinguts.

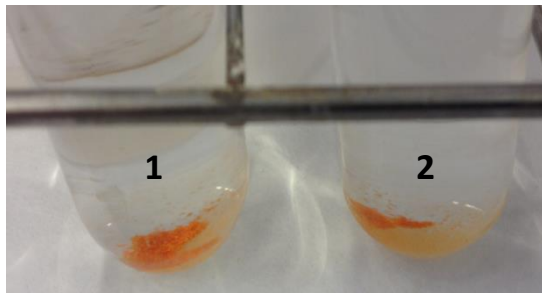


Figura 7.3.1.10.1. Resultats obtinguts quan van actuar conjuntament el filtre, la radiació UV, l'ionitzador i l'ozonitzador més el peròxid d'hidrogen.

Es va observar com la quantitat de precipitat era del mateix ordre de magnitud que les anteriors experiències.

7.3.1.11. RETENCIÓ DE LA METIL-ETIL-CETONA EN UN FILTRE DE CARBÓ ACTIU

Atès que el carbó actiu es àmpliament emprat com a component actiu de diferents tipus de filtres, es va procedir a fer una sèrie d'experiències complementàries per tal de poder comparar el comportament d'un filtre de carbó actiu respecte al proposat en aquest treball, és a dir, un filtre d'alumini recobert amb diòxid de titani i titani.

A tal efecte, es va substituir el filtre d'alumini recobert amb diòxid de titani i titani. En el seu lloc es va incorporar un filtre metàl·lic sobre el que es va situar un filtre de carbó actiu.

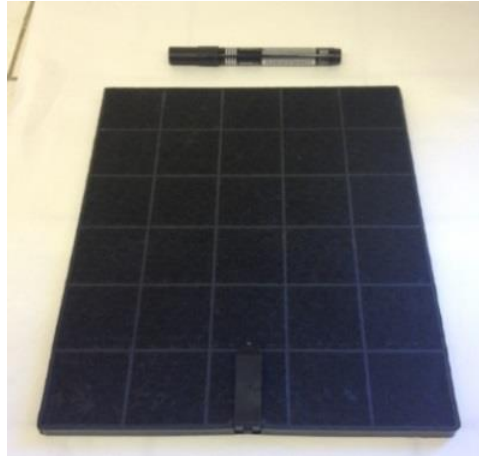


Figura 7.3.1.11.1. Filtre de carbó actiu.

7.3.1.11.1. CAMPANA AMB EL FILTRE DE CARBÓ ACTIU

A la figura 7.3.1.11.1.1. es mostren els resultats obtinguts amb un filtre de carbó actiu sense que, prèviament, hagués estat saturat amb vapor d'aigua.

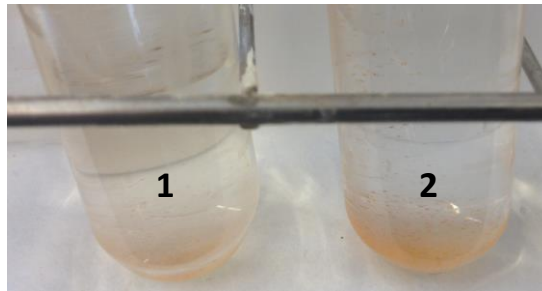


Figura 7.3.1.11.1.1. Resultats obtinguts fent actuar un filtre de carbó actiu sense saturació prèvia amb vapor d'aigua.

El filtre de carbó actiu abans de ser saturat amb vapor d'aigua va donar uns bons resultats, la qual cosa es justificava per l'escassa quantitat de precipitat que es va formar en els tubs corresponents amb les mostres captades a 2,0 i 1,0 metres d'altura .

7.3.1.11.2. CAMPANA AMB EL FILTRE DE CARBÓ ACTIU SATURAT AMB VAPOR D'AIGUA DURANT UNA HORA

Per tal de comprovar la influència de la saturació amb vapor d'aigua es va procedir a saturar el filtre de carbó actiu durant una hora. Per això, es va fer passar el vapor des d'un recipient amb suficient superfície a través del filtre durant aquest període de temps, tal com es pot apreciar a la figura 7.3.1.11.2.1.



Figura 7.3.1.11.2.1. Procés de saturació del filtre de carbó actiu amb vapor d'aigua.

A la figura 7.3.1.11.2.2. es pot apreciar el resultat obtingut amb el filtre de carbó actiu saturat.

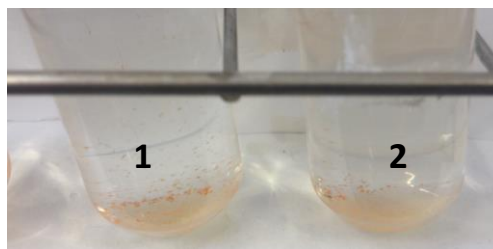


Figura 7.3.1.11.2.2. Resultat obtingut sobre els tubs corresponents a 2,0 i 1,0 metres es saturava un filtre de carbó actiu amb vapor d'aigua durant una hora.

Es pot apreciar com el resultat de la mostra 2 (recollida a 1 m d'alçada) conté menys precipitat que la mateixa mostra recollida en l'experiència anterior. Aquest fet, aparentment contradictori, demostra que la mateixa aigua retinguda superficialment en el filtre de carbó actiu atrapa la metil-etil-cetona, ja que la MEK és una acetona de cadena curta i, consegüentment, soluble en aigua.

7.3.1.11.3. CAMPANA AMB EL FILTRE DE CARBÓ ACTIU SATURAT AMB VAPOR D'AIGUA DURANT QUATRE HORES

Per tal de confirmar aquest comportament es va repetir l'anterior experiència després de saturar el filtre de carbó actiu amb vapor d'aigua durant un període de quatre hores. L'experiència es va dur a terme només amb el punt 3, és a dir, amb el tub que recollia la mostra de MEK en aire a l'alçada d'un metre, ja que només es volia observar l'efecte que tenia saturar el filtre de carbó actiu durant un període de quatre hores.

A la figura 7.3.1.11.3.1. es mostra el resultat que es va obtenir i que confirmà la hipòtesi que l'aigua continguda en el filtre de carbó actiu va contribuir a retenir, per dissolució, la MEK.

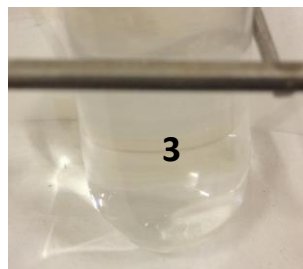


Figura 7.3.1.11.3.1. Resultat obtingut sobre el tub corresponent a 1,0 metre quan es va saturar un filtre de carbó actiu amb vapor d'aigua durant quatre hores.

7.4. CONCLUSIONS D'AQUEST CAPÍTOL

A partir de les diferents experiències que es van realitzar s'arriben a les següents conclusions:

- La influència de l'ionitzador, la llum ultraviolada i l'ozonitzador sobre el filtre de diòxid de titani més titani van ser del mateix ordre de magnitud.
- La combinació que va donar millors resultats va ser el filtre que tenia dipositada una capa de TiO_2 i Ti juntament amb la llum ultraviolada (UV) i l'ionitzador.
- L'aigua continguda en el filtre de carbó actiu va ajudar a retenir la MEK, evitant la seva presència en forma de precipitat en el tub d'assaig. Cal destacar que aquesta experiència no forma part de l'objectiu del treball, però es va voler efectuar la comprovació.

CAPÍTOL 8. PROCEDIMENT EXPERIMENTAL DELS GREIXOS

8.1. TRACTAMENT SUPERFICIAL DEL FILTRE D'ALUMINI TRACTAT AMB DIÒXID DE TITANI I TITANI

En aquesta fase es va voler comprovar si un tractament amb una radiació UV de 366 nm, era suficient per eliminar la deposició de greixos sobre el filtre d'alumini tractat amb diòxid de titani i titani.

A tal efecte, es van impregnar els següents filtres amb greix de pollastre: Filtre d'alumini sense deposició física, filtre d'alumini recobert de diòxid de titani (TiO_2) i filtre d'alumini recobert de diòxid de titani dopat amb titani. Un cop impregnats, es van exposar a una font de llum ultraviolada durant 12 hores.

8.1.1. MÈTODE EXPERIMENTAL

Primer de tot es va preparar el greix de pollastre per tal de poder impregnar els filtres amb aquest producte i observar si era possible la reducció del mateix després de l'exposició del filtre a la llum ultraviolada. Es va extreure el greix d'un pollastre per desfer-lo en una olla a foc molt baix de tal manera que, un cop líquid, es va deixar refredar i es va introduir dins d'un nevera, per tal de solidificar-lo i obtenir una consistència com la que s'obté a la figura 8.1.1.1.



Figura 8.1.1.1. Imatge del greix de pollastre solidificat.

Un cop es va disposar del greix solidificat, es van impregnar els filtres amb l'ajuda d'un pinzell, fins a obtenir una imatge semblant a la de la figura 8.1.1.2. Després es senyalaven les

zones del filtre on es va dipositar el greix, utilitzant un retolador permanent, tal i com s'observa a la figura 8.1.1.3.

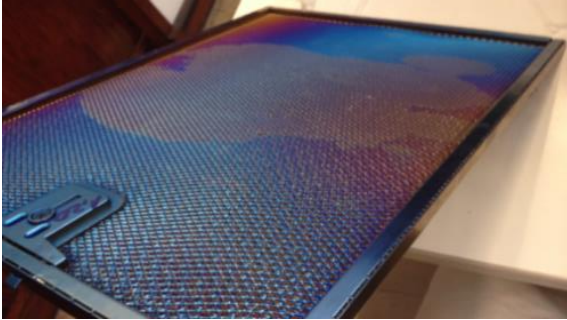


Figura 8.1.1.2. Imatge del greix de pollastre solidificat.

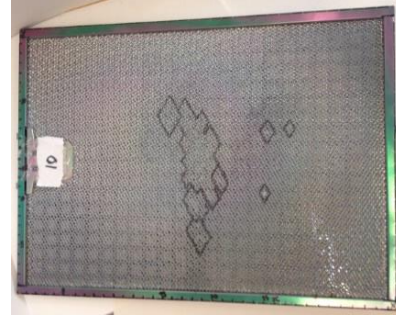


Figura 8.1.1.3. Imatge de les zones on es troba el greix de pollastre.

Una vegada senyalada la zona que s'havia d'exposar a la llum ultraviolada, es va procedir a irradiar la zona amb UV a 366 nm durant un període de 12 hores, amb l'ajuda d'una làmpada, tal i com s'observa a la figura 8.1.1.4. Es va fer ús d'un temporitzador, per a que l'exposició funcionés en períodes de mitja hora, amb pauses del mateix temps, i així progressivament fins a arribar al temps establert, per tal de que l'exposició fós progressiva.



Figura 8.1.1.4. Imatge de la làmpada de llum ultraviolada.

Per a observar si apareixia una disminució del greix després de l'exposició a la font de llum ultraviolada (UV), s'havia de fotografiar el filtre abans i després de l'exposició amb UV, amb l'ajuda d'un microscopi.

8.1.2. EXPERIÈNCIES AMB UN MICROSCOPI DE 10 AUGMENTS (10x)

En un principi, es va utilitzar un microscopi de 10 augments (10x), el qual amplificava la imatge 10 cops el seu tamany normal, donat que era el que es disposava en el laboratori. El muntatge realitzat per a poder obtenir les captures d'imatge va ser el següent:



Figura 8.1.2.1. Imatge del muntatge per a realitzar la captura d'imatge.

A continuació, es mostren les imatges que es van obtenir al fotografiar el filtre impregnat amb diòxid de titani abans i després de l'exposició a la llum ultraviolada.

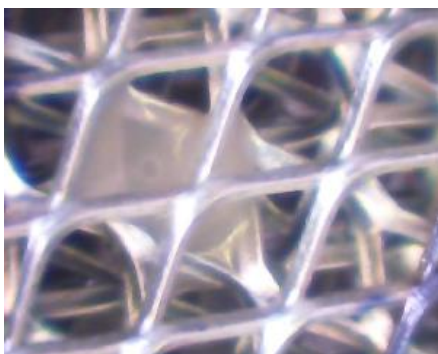


Figura 8.1.2.3. Filtre abans de l'exposició amb UV.

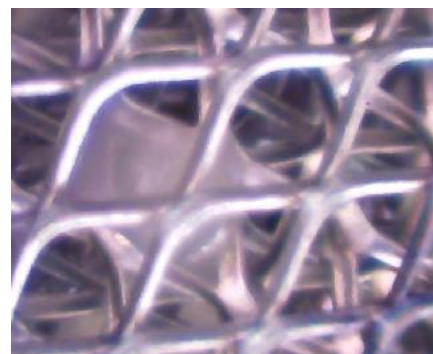


Figura 8.1.2.4. Filtre després de l'exposició amb UV.

A simple vista no es va poder observar cap millora en la reducció del greix, ja que no hi havia prou resolució en la imatge com per a poder afirmar una disminució. A l'observar aquest fet, per a veure si realment la UV eliminava part dels greixos dipositats en el filtre, es va haver de buscar una segona opció per a poder realitzar les proves. Es va demanar a la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa, el poder realitzar les experiències amb un dels seus microscopis amb una resolució de $2,5x/0,075$.

8.1.3. EXPERIÈNCIES AL DEPARTAMENT D'ÒPTICA I OPTOMETRIA DE TERRASSA

Es va tornar a realitzar el procediment explicat anteriorment per a tots els filtres. Un cop es tenien preparats els filtres, es va procedir a realitzar les captures d'imatge amb el microscopi de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa. El microscopi amb una qualitat òptima d'imatge utilitzat va ser el que s'observa a la figura 8.1.3.1.

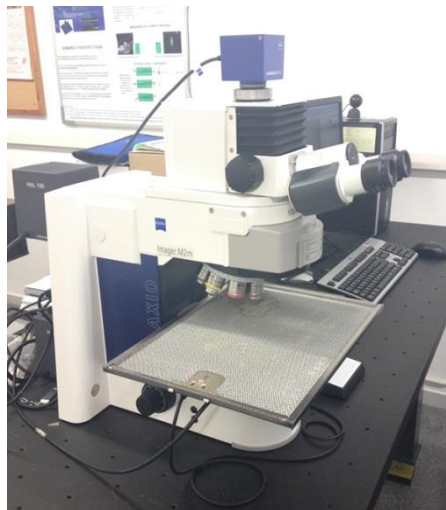


Figura 8.1.3.1. Microscopi de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa.

8.1.3.1. RESULTATS OBTINGUTS AMB EL MICROSCOPI

Les fotografies del greix dipositat en el filtre, es van realitzar dins de la zona delimitada anteriorment amb l'ajuda del retolador permanent. Les captures d'imatge es van efectuar a les zones on es va observar una quantitat apreciable de greix de pollastre, tal i com s'observa en els següents apartats.

Les imatges esmentades després d'haver estat exposades a la llum ultraviolada no són les mateixes que abans de la seva exposició, donat que va ser impossible trobar aquella mateixa zona en el filtre.

8.1.3.1.1. FILTRE D'ALUMINI (SENSE DEPOSICIÓ FÍSICA)

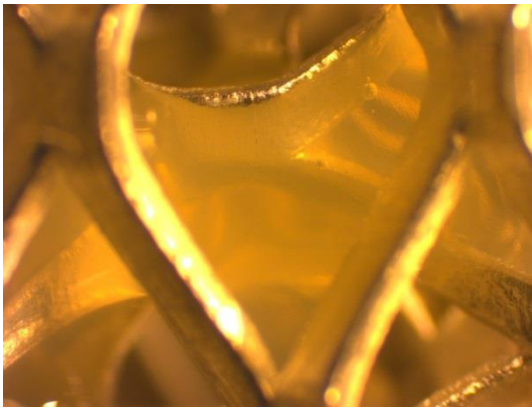


Figura 8.1.3.1.1.1. Imatge abans de UV.

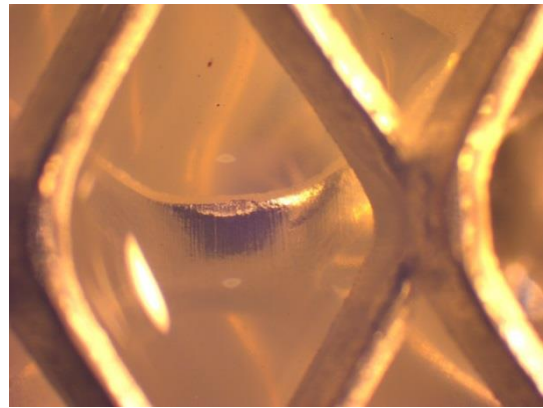


Figura 8.1.3.1.1.2. Imatge després de UV.

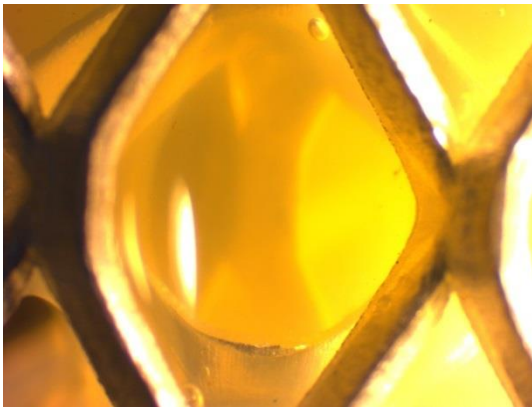


Figura 8.1.3.1.1.3. Imatge abans de UV.



Figura 8.1.3.1.1.4. Imatge després de UV.

A les imatges es pot veure com el greix té la mateixa consistència abans i després de l'exposició a la llum ultraviolada. Les diferències aparents tan sols responen a un efecte lumínic.

8.1.3.1.2. FILTRE D'ALUMINI AMB UNA DEPOSICIÓ SUPERFICIAL DE DIÒXID DE TITANI

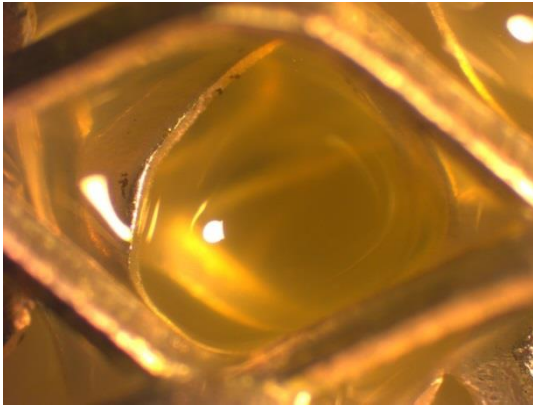


Figura 8.1.3.1.2.1. Imatge abans de UV.

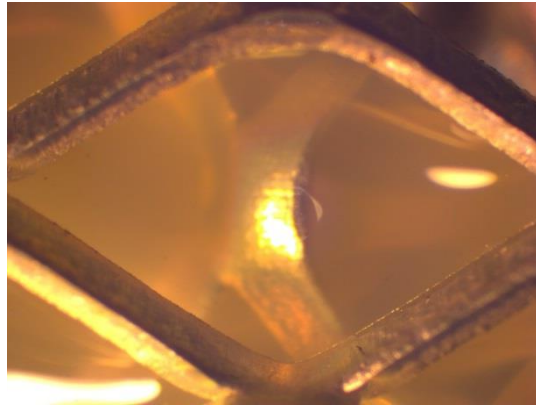


Figura 8.1.3.1.2.2. Imatge després de UV.

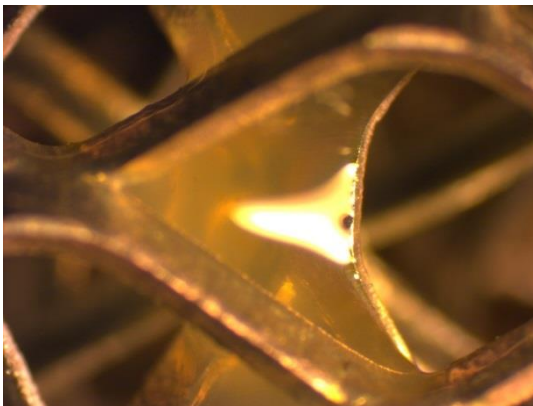


Figura 8.1.3.1.2.3. Imatge abans de UV.

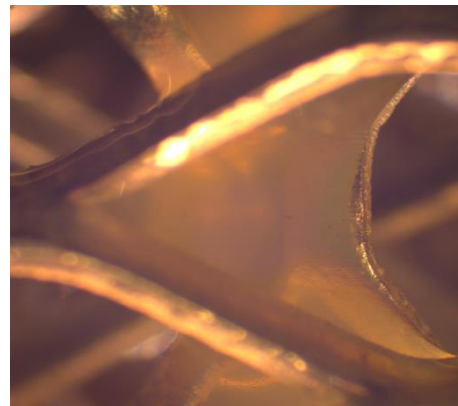


Figura 8.1.3.1.2.4. Imatge després de UV.

Igual que en l'experiència anterior, a ull nu no es va poder veure si, després d'exposar el filtre a la llum ultraviolada, el gruix del greix havia disminuït.

8.1.3.1.3. FILTRE D'ALUMINI AMB UNA DEPOSICIÓ SUPERFICIAL DE DIÒXID DE TITANI DOPAT AMB TITANI

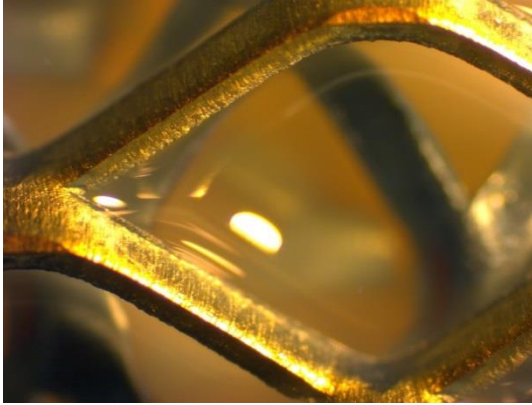


Figura 8.1.3.1.3.1. *Imatge abans de UV.*

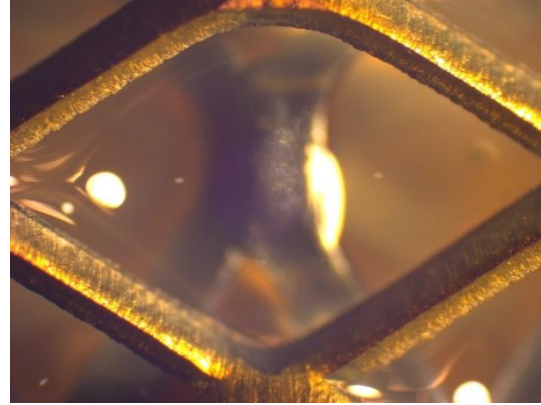


Figura 8.1.3.1.3.2. *Imatge després de UV.*

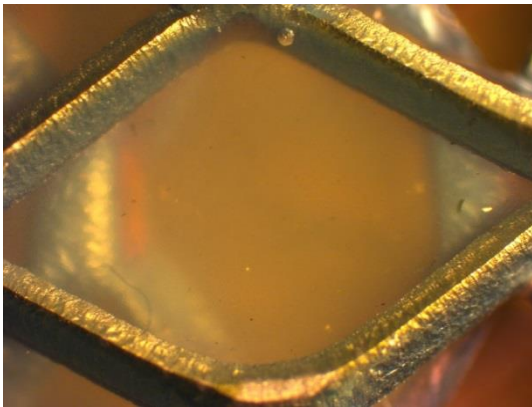


Figura 8.1.3.1.3.3. *Imatge abans de UV.*

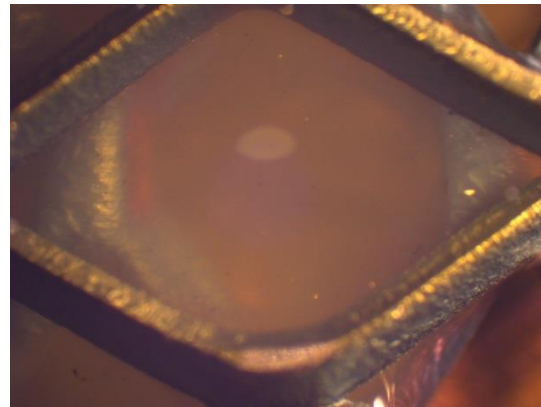


Figura 8.1.3.1.3.4. *Imatge després de UV.*

En aquesta ocasió tampoc es va poder observar una millora quantificable. En tot cas, en qualsevol dels casos estudiats caldria exposar el filtre a la llum ultraviolada durant un període superior a les 12 hores, ja que en aquest temps la reducció de greix en el filtre és pràcticament inapreciable a simple vista.

8.2. COMPROVACIÓ DE LA RETENCIÓ/ ELIMINACIÓ DE LA FRACCIÓ LIPÍDICA

Per tal d'esbrinar la potencial eficàcia dels dispositius proposats per eliminar olis es va optar per treballar amb oli d'oliva pur, tot i que inicialment s'havien preparat mostres d'oli d'oliva que s'havia fet servir per cuinar diferents tipus d'aliments. En algunes proves cromatogràfiques es va incloure l'experiència amb oli de pollastre i de peix, per a observar el seu comportament respecte l'oli d'oliva.

8.2.1. MÈTODE DE REDUCCIÓ D'OLIS

Experimentalment es va procedir de manera anàloga a com s'havia fet amb la reducció/eliminació dels fums. Es va instal·lar la campana emprada en aquest estudi a l'interior d'una campana extractora de laboratori, tal com es mostra a la figura 8.2.1.1.

Per tal de poder recollir oli de l'ambient es procedia a tancar la campana de laboratori i, tot seguit, escalfar una mostra d'oli d'oliva situada a l'interior d'una paella mitjançant una manta calefactora.



Figura 8.2.1.1. Ubicació de la campana extractora.

Mitjançant una bomba peristàltica es procedia a bombollear una mostra de l'aire a través d'un volum conegut de cloroform situat a l'interior d'un tub d'assaig. Posteriorment, es dipositava, cada 10, 20, 40 i 60 minuts, mitjançant un tub capil·lar una mostra d'aquest cloroform en una placa de sílice gel per a cromatografia de capa fina (CCF), tal i com es mostra en l'annex 1.



Figura 8.2.1.2. Tub d'assaig on es feia bombollear el cloroform.

Un cop es dipositava la mostra en la placa, aquesta s'introduïa dins d'un recipient tancat hermèticament, el qual contenia un eluent amb el que es procediria a eluir i, consegüentment, observar les taques de greix en la tira de sílice gel. Quan la part frontal de la tira impregnada del dissolvent es trobés propera a l'extrem superior de la placa, s'extreia del recipient i es visualitzava la separació dels components de l'oli en forma de taques.



Figura 8.2.1.3. Recipient utilitzat per l'eluent.

Per tal de poder visualitzar les possibles taques calia polvoritzar la tira en un altre recipient, amb una dissolució de iode/iodur potàssic (1:4). A continuació, es procedia a introduir la tira a l'interior d'una estufa, tal i com s'observa a la figura 8.2.1.4. durant un període de 10 min a 60°C. Aquest interval de temps va resultar suficient per a observar els canvis de color en la tira, permetent així visualitzar les taques.



Figura 8.2.1.4. Imatge de l'estufa utilitzada en els assajos de cromatografia.

Es va escollir el cloroform donat que és un dels dissolvents més utilitzats en la cromatografia de gasos per analitzar els triglicèrids, és a dir l'oli d'oliva. Al tenir un punt d'ebullició molt elevat (61,2°C) la quantitat de cloroform evaporada és menor que si s'utilitzés un altre dissolvent. Cal destacar que cada experiència es va repetir 3 cops per assegurar el resultat.

8.2.2. CERCA DE L'ELUENT ÒPTIM

Es van haver de fer multituds de proves, abans de trobar l'eluent òptim per a fer el desenvolupament cromatogràfic de les plaques de gel de sílice.

L'oli és un líquid apolar, per aquesta raó la fase estacionària ha de ser una substància apolar, per tal de que els dos components siguin solubles entre si i es pugui agafar mostra per la placa de sílice.

D'altra banda, convé que la fase mòbil contingui una substància o un conjunt de substàncies amb diferent polaritat. D'aquesta manera resultarà més fàcil poder fer la separació dels possibles compostos presents en la mostra complexa (oli d'oliva escalfat), en funció de la

seva polaritat. La millor combinació entre eluents serà aquella que faci possible que la taca recorri la màxima distància possible i que sigui rodona (mínima dispersió en el si de la fase estacionària).

Després de fer una cerca dels dissolvents comuns utilitzats en la cromatografia de capa fina es van escollir els següents solvents donat que eren els que es referenciaven habitualment en les pàgines on es va fer la busca.

Els solvents més comuns, ordenats de menor a major polaritat (constant dielèctrica) són [84, 85, 86]:

- Hexà.
- Ciclohexà.
- Tetraclorur de carboni.
- Toluè.
- Benzè.
- Cloroform.
- Diclorometà.
- Àcid acètic.
- Metil-etil-cetona.
- Acetonitril.
- Acetat d'etil.
- 2-propanol.
- Acetona.
- Etanol.
- Metanol.
- Aigua.

A continuació es mostra la constant dielèctrica i la polaritat dels dissolvents utilitzats. Tota aquesta informació es troba en l'annex 7, en les fitxes de seguretat dels respectius dissolvents i a la referència [87].

Taula 8.2.2.1. Constant dielèctrica i polaritat dels dissolvents utilitzats.

DISSOLVENT	POLARITAT	CONSTANT DIELÈCTRICA (a 25°C)
Hexà (C ₆ H ₁₄)	NO POLAR	1,89
Èter etílic (C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅)	NO POLAR	4,34
Cloroform (CHCl ₃)	NO POLAR	4,87
Àcid acètic glacial (CH ₃ COOH)	POLAR	6,15
2-propanol (CH ₃ CH(OH)CH ₃)	POLAR	18,3
Metil-etil-cetona (CH ₃ COCH ₂ CH ₃)	POLAR	18,5
Etanol = alcohol etílic (CH ₃ CH ₂ OH)	POLAR	24,3

Cal esmentar que algunes de les experiències es complementen amb la imatge que es va obtenir sota la influència de la làmpada de radiació UV a una longitud d'ona de 366 nm.

8.2.2.1. ELUENTS SIMPLES

En aquest capítol es mostren els eluents amb els que es va treballar fins a trobar l'adequat i el seu respectiu coeficient de retenció (R_f) en ordre creixent. L'eluent serà l'adequat quan tingui el R_f elevat, el que significarà que la taca ha pujat de nivell. A les figures s'observa com en les plaques de gel de sílice està inscrit la data en la que es va realitzar la prova, l'eluent amb el que es va treballar i l'oli que s'utilitzà. La llegenda és la següent:

Taula 8.2.2.1.1. Llegenda utilitzada en les tires de gel de sílice.

NÚMERO ROMÀ	TIPUS D'OLI
I	Oli d'oliva
IV	Oli de pollastre
II	Oli de peix

8.2.2.1.1. ETANOL / ÀCID ACÈTIC GLACIAL / HEXÀ

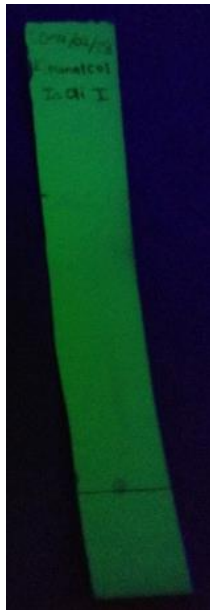


Figura 8.2.2.1.1.1.

Etanol.

$$R_f = \frac{0,1}{6,5} = 0,015$$



Figura 8.2.2.1.1.2. Àcid acètic

glacial.

$$R_f = \frac{0,5}{6,5} = 0,07$$



Figura 8.2.2.1.1.3.

Hexà.

$$R_f = \frac{1,5}{10} = 0,23$$

A la figura 8.2.2.1.1.1. es pot observar com l'etanol, que és un dissolvent amb una constant dielèctrica de 24,3 no és un eluent adient per a desenvolupar plaques que continguin productes amb valors de constant dielèctrica baixa, com els èsters que formen part de la composició química dels olis. Tal com es pot observar, només s'ha produït una elució parcial no representativa del compost (de la taca inicial s'ha eluït una franja contínua) per bé que la major part del contingut de la mostra ha restat, a efectes pràctics, en la posició inicial on es va dipositar la mostra (valor $R_f = 0,015$).

La influència de la constant dielèctrica es va fer palesa quan es va fer servir l'àcid acètic glacial. A la figura 8.2.2.1.1.2. s'observa com l'àcid acètic va permetre un desplaçament global de tota la mostra ($R_f=0,07$), tot i que es va mantenir un desplaçament parcial en forma de franja contínua que invalidava la utilització d'aquest àcid com a eluent.

A la figura 8.2.2.1.1.3. es pot apreciar el comportament de l'hexà. Tot i que no es va produir el desplaçament global de la mostra dipositada sobre la tira de gel de sílice, es va observar un allargament de la taca inicial. Aquest comportament, però, va ser prou diferent dels altres dos eluents assajats. De fet, el conjunt de la mostra (taca inicial) va restar de manera compacta, sense cap franja contínua lateral, la qual cosa va fer pensar en que, probablement, en combinació amb un altre eluent seria útil per emprar-lo en l'elució de l'oli d'oliva emprat en aquesta experiència. En aquesta ocasió, agafant la distància mitjana del desplaçament de la taca final, el valor del R_f va arribar a 0,23.

A continuació es mostra una altra sèrie de proves amb diferents eluents.

8.2.2.1.2. 2-PROPANOL / CLOROFORM / METILETILCETONA / ÈTER ETÍLIC



Figura 8.2.2.1.2.1.

2-propanol.

$$R_f = \frac{5}{9,5} = 0,53$$



Figura 8.2.2.1.2.2.

Cloroform.

$$R_f = \frac{5,5}{10} = 0,55$$



Figura 8.2.2.1.2.3.

Metil-etil-cetona.

$$R_f = \frac{5,5}{6,5} = 0,85$$



Figura 8.2.2.1.2.4.

Èter etílic.

$$R_f = \frac{8}{9} = 0,89$$

El 2-propanol a l'igual que el cloroform al tenir una constant dielèctrica al voltant de 19 tenen un comportament molt semblant. Com es pot observar, ambdós eluents no acaben de fer una taca nítida. Aparentment, en el cas del 2-propanol, es pot apreciar el començament de la separació de dues taques. Ara bé, aquest comportament no es va poder acabar de comprovar en les repeticions successives que es van fer.

D'altra banda, en el cas del cloroform, tot i que es va observar una deformació en l'aspecte de la taca, en conjunt es podia determinar un valor de $R_f = 0,55$, valor prou interessant, de manera que aquest eluent podia ser un candidat a formar part de la composició final.

Anàlogament, a la figura 8.2.2.1.2.3. es pot apreciar la influència de la metil-etil-cetona. En aquesta ocasió es van eluir conjuntament una mostra d'oli d'oliva i una d'oli de pollastre. Es pot observar que el conjunt d'ambdues mostres es van desplaçar significativament respecte la posició inicial. Ara bé, ambdues mostres van evolucionar cap a una situació no desitjable ja que no es van obtenir taques concentrades. Ben al contrari, es van obtenir traçades força allargades, la qual cosa evidencià que la metil-etil-cetona no era l'eluent adient per aquest tipus de mostra. Tot i tenir el coeficient de retenció elevat el seu comportament en la placa no va ser el satisfactori.

L'èter etílic, tal i com s'observa a la figura 8.2.2.1.2.4. té un R_f molt elevat. Tot i que aquest fet és desitjable, la taca que es va formar a l'extrem superior de la placa no va ser concentrada. Aquest fet va fer pensar que podia ser un eluent adequat sempre i quan es combinés amb un altre dissolvent que permetés baixar el nivell de la taca i mantenir-la concentrada.

8.2.2.2. COMBINACIONS D'ELUENTS

A partir de les experiències realitzades amb eluents purs es va procedir a determinar l'efectivitat de diferents combinacions binàries, tal com es pot observar a continuació.

8.2.2.2.1. HEXÀ + ETANOL (1:1), (1:2), (1:3)

En aquesta sèrie d'elucions es va treballar, simultàniament, amb oli d'oliva i amb oli de pollastre.

A les figures següents es pot observar que cap de les proporcions assajades va donar un resultat idoni, ni en la visió a llum natural ni en presència de radiació UV a 366 nm.



Figura 8.2.2.2.1.1. Hexà + Etanol (1:1).

$$R_f = \frac{2}{4,5} = 0,44$$



Figura 8.2.2.2.1.2. Hexà + Etanol (1:2).

$$R_f = \frac{4,5}{9,5} = 0,47$$



Figura 8.2.2.2.1.3. Hexà + Etanol (1:3).

$$R_f = \frac{4,6}{9,5} = 0,48$$

En totes les experiències es va observar com la mostra inicial, dipositada a l'origen de la tira de sílice gel, es va desplaçar. Malauradament, en cap ocasió es va obtenir una taca final concentrada, per la qual cosa es va descartar aquesta mescla d'eluent, independentment del seu valor d' R_f .

8.2.2.2.2. HEXÀ + 2-PROPANOL (1:1), (1,5:1), (1:1,5), (1:2)

Es van repetir les experiències amb oli d'oliva i oli de pollastre, excepte en la darrera experiència en que es van eluir tres mostres: Oli d'oliva, oli de pollastre i oli de peix.



Figura 8.2.2.2.2.1.
Hexà + 2-propanol
(1:1).

$$R_f = \frac{9}{9,5} = 0,95$$



Figura 8.2.2.2.2.2.
Hexà + 2-propanol
(1,5:1).

$$R_f = \frac{8,8}{9,5} = 0,93$$



Figura 8.2.2.2.2.3.
Hexà + 2-propanol
(1:1,5).

$$R_f = \frac{8,4}{9,5} = 0,88$$



Figura 8.2.2.2.2.4.
Hexà + 2-propanol
(1:2).

$$R_f = \frac{8}{9,5} = 0,84$$

La combinació entre l'hexà i el 2-propanol va presentar millors resultats que no pas l'hexà amb l'etanol, degut a que el rastre que deixà a la tira era pràcticament inapreciable, i les taques van ser rodones, menys en la proporció (1:2), on el rastre va ser més intens que en qualsevol altre proporció. Aparentment, el millor resultat es va obtenir en la proporció hexà/2-propanol (1:1,5), en el ben entès que les taques no es van arribar a presentar un $R_f = 1$. D'aquesta manera es pot apreciar fins on va arribar el front de l'eluent i fins on ambdues taques ($R_f = 0,88$), fet que no s'havia produït ni en la proporció hexà/2-propanol (1:1), ni en hexà/2-propanol (1,5:1).

A la vista dels resultats obtinguts amb les mescles binàries formades per hexà i 2-propanol, es va optar per assajar diferents mescles binàries, en les que hi participés el cloroform, ja que aquest és un dels dissolvents més àmpliament emprats, juntament amb l'hexà, a l'hora de solubilitzar compostos orgànics no polars.

8.2.2.2.3. CLOROFORM + METIL-ETIL-CETONA (1:1) / CLOROFORM + ÀCID ACÈTIC GLACIAL (1:1) / CLOROFORM + ETANOL (2:1) / METIL-ETIL-CETONA + ETANOL (3:1), (2:2)



Figura 8.2.2.2.3.1.
Cloroform + Àcid acètic
glacial (1:1).

$$R_f = \frac{8}{9,5} = 0,84$$



Figura 8.2.2.2.3.2.
Cloroform +
Metiletilcetona
(1:1).

$$R_f = \frac{7,8}{9,5} = 0,82$$



Figura 8.2.2.2.3.3.
Cloroform +
Etanol (2:1).

$$R_f = \frac{7,7}{9,5} = 0,81$$



Figura 8.2.2.2.3.4.
Metiletilcetona +
Etanol (3:1), (2:2).

$$R_f = \frac{6,5}{9,5} = 0,68$$

Tal i com s'observa a les anteriors imatges, cap combinació entre eluents és adequada, donat que totes deixaven un rastre considerable en la tira de gel de sílice. A simple vista, la combinació entre el cloroform i l'àcid acètic glacial (1:1) era el que presentava un resultat no tant erroni, ja que el rastre que deixà l'oli d'oliva era menor que en qualsevol altra combinació, el que deixava veure com s'originava una rodona allargada cap al centre de la tira.

En la figura del cloroform amb la metil-etil-cetona (MEK) (1:1) no hi havia diferències importants entre l'oli d'oliva i l'oli de pollastre, donat que els dos olis creaven dos recorreguts deixant un rastre gruixut en la tira. Això mateix va ocórrer amb la combinació de la metil-etil-cetona i etanol (3:1) i (2:2), on no hi havia diferències quantitatives entre els olis. D'altra banda, respecte al cloroform amb l'etanol (2:1), el resultat era qualitativament semblant a la combinació de la MEK junt amb el cloroform, ja que tenia el mateix comportament sobre la tira.

A la vista dels resultats obtinguts, no es pot afirmar que cap combinació de les utilitzades és adequada per a la detecció de l'oli d'oliva, tot i tenir uns valors dels coeficients de retenció (R_f) elevats. Per aquest motiu es va provar una mescla ternària (hexà, èter etílic i 2-propanol). Els resultats obtinguts es mostren en el subapartat següent.

8.2.2.2.4. HEXÀ + ÈTER ETÍLIC + 2-PROPANOL (9:1:0,5) i (7:2:1)



Figura 8.2.2.2.4.1. Hexà + Èter etílic

+ 2-propanol (9:1:0,5).

$$R_f = \frac{7}{9} = 0,78$$



Figura 8.2.2.2.4.2. Hexà + Èter etílic

+ 2-propanol (7:2:1).

$$R_f = \frac{6,5}{9} = 0,72$$

A les figures 8.2.2.2.4.1. i 8.2.2.2.4.2. es pot observar com la mescla terciària entre l'hexà, l'èter etílic i el 2-propanol independentment de quina sigui la proporció (9:1:0,5) o (7:2:1), no va donar bons resultats, ni amb l'oli d'oliva, ni amb l'oli de peix o de pollastre, ja que deixava un rastre pronunciat sobre la tira, deixant a la part inferior de la mateixa petites taques. Tot això va indicar que no era una combinació eficaç per a l'estudi que s'estava duent a terme.

8.2.2.2.5. HEXÀ + ÈTER ETÍLIC (9:1), (8:2)

Un cop s'havien realitzat totes les combinacions anteriors, es va decidir realitzar una nova combinació amb l'hexà i l'èter etílic, donat que l'hexà ofería una taca precisa a la part inferior de la tira, i l'èter etílic creava una taca poc pronunciada a la part superior de la tira. Es va creure que si es reunien aquests dos eluents en una mescla, es trobaria l'equilibri i s'observaria una taca nítida sense cap rastre al centre de la tira.



Figura 8.2.2.2.5.1. Hexà + Èter etílic (9:1).



Figura 8.2.2.2.5.2. Hexà + Èter etílic (8:2).

$$R_f = \frac{4,5}{9,5} = 0,52$$

$$R_f = \frac{7}{9,5} = 0,74$$

Tal i com s'observa a les anteriors imatges, la combinació d'eluent entre l'hexà amb l'èter etílic (9:1) va ser la que presentà millors resultats, donat que permetia obtenir una taca rodona al centre de la tira i no deixava pràcticament rastre. D'altra banda, el valor del seu R_f va ser de 0,52, dins de l'interval adequat del valor del coeficient de retenció (entre 0,3-0,5).

En canvi, la proporció (8:2) donava pitjor resultat perquè la taca es trobava pràcticament a l'extrem superior de la tira i deixava un rastre més pronunciat que no pas la proporció (9:1).

8.2.3. PROVES REALITZADES AMB OLI D'OLIVA

Un cop s'havia trobat la mescla d'eluent més adequada per a la detecció dels greixos de l'oli d'oliva, es va procedir a cremar oli d'oliva i detectar els possibles productes de descomposició.

Cada prova es va repetir tres vegades, per tal d'assegurar el resultat. Durant la realització de les proves, la placa de gel de sílice s'havia de manipular amb guants per a no contaminar la tira.

8.2.3.1. COMPORTAMENT DE L'OLI D'OLIVA RECREMAT

Per tal de comprovar si l'oli d'oliva recremat tenia un comportament diferent a l'oli d'oliva es va cremar oli durant més de dues hores, fins que aquest es transformés en un oli espès semblant a la gelatina. A la figura 8.2.3.1.1. es va comprovar que l'oli recremat presentava una composició diferent (no es va determinar quina) i que, arribat el cas es podria diferenciar de l'oli no degradat. Un cop realitzada aquest tipus de prova es van efectuar una sèrie d'experiències tal i com s'explica al principi d'aquest capítol.

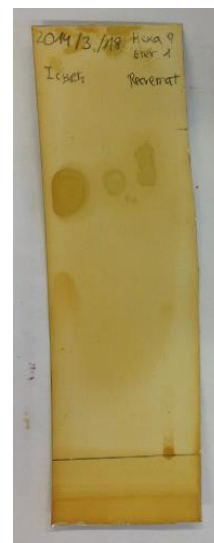


Figura 8.2.3.1.1. Oli d'oliva respecte oli d'oliva recremat.

8.2.3.2. SENSE CAMPANA

En la figura 8.2.3.2.1. es recullen les elucions següents:

- Patrons d'oli d'oliva dissolts en cloroform (CHCl_3) i mostra recollida a l'interior de la campana de laboratori després de 20 minuts d'exposició.

- Patró d'oli d'oliva en cloroform i mostra recollida a l'interior de la campana de laboratori després de 40 minuts d'exposició.

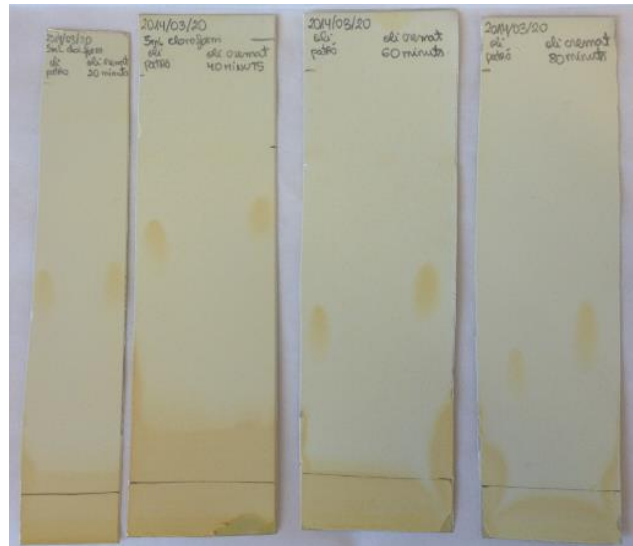


Figura 8.2.3.2.1. Oli d'oliva cremat sense fer ús de la campana.

- Patró de oli d'oliva en CHCl_3 i mostra recollida a l'interior de la campana de laboratori després de 60 minuts d'exposició.
- Patró de oli d'oliva en CHCl_3 i mostra que es va recollir a l'interior de la campana de laboratori després de 80 minuts d'exposició, quan l'oli d'oliva s'havia recremat i, en conseqüència, degradat tèrmicament.

Cal remarcar que aquestes experiències es van fer sense haver connectat la campana extractora en estudi.

La segona i tercera elució van servir per a comprovar que era factible la detecció de l'oli que s'havia evaporat dins de la campana d'extracció del laboratori després que s'hagués escalfat a l'interior d'una paella, tot simulant el procés de cocció que té lloc, habitualment, en una cuina casolana.

Abans de la realització de les proves es van establir una sèrie de paràmetres a tenir en compte:

- **PRIMER:** Quan es va voler determinar la influència de cadascun dels dispositius emprats en aquest estudi (ionitzador, radiació UV, ozonitzador) es va optar per una solució formada per 40 mL d'oli d'oliva. D'aquesta manera es volia assegurar que l'oli d'oliva passés a través del filtre de la campana, per això es va cremar tanta quantitat d'oli.
- **SEGON:** Es va controlar el volum de cloroform emprat per a recollir l'oli, per a vigilar la quantitat de cloroform evaporada. Concretament es va fixar en 5 mL.
- **TERCER:** Es va fixar el temps en que es recolliria una mostra de dins el tub col·lector. Es van fixar els 10, 20, 40 i 60 minuts.

L'objectiu de les proves era que com millor sigues la combinació entre dispositius la taca trigués més temps en aparèixer a les tires, el que significaria que el filtre de diòxid de titani i titani, l'ionitzador, l'ozonitzador, la llum ultraviolada o el peròxid d'hidrogen, o alguna combinació entre aquests ajuda a reduir els greixos evaporats procedents de l'oli d'oliva.

A continuació es mostren els resultats obtinguts experimentalment amb cadascun del dispositius.

8.2.3.3. FILTRE DE DIÒXID DE TITANI I TITANI

En primer lloc, a la figura 8.2.3.3.1. es mostren els resultats obtinguts quan es va fer servir només el filtre recobert amb una capa de diòxid de titani i titani, dipositada per PVD, fent ús de la campana extractora, per tal d'observar quins canvis apareixien quan s'afegia el filtre tractat.

La detecció d'oli d'oliva es podia apreciar molt feblement després de 10 minuts d'exposició. Evidentment, a temps superiors (20, 40 i 60 minuts) la intensitat de la taca augmentava, però bé que, en valor absolut, era significativament inferior a la taca d'oli d'oliva utilitzada com a control extern (taca de l'esquerra).

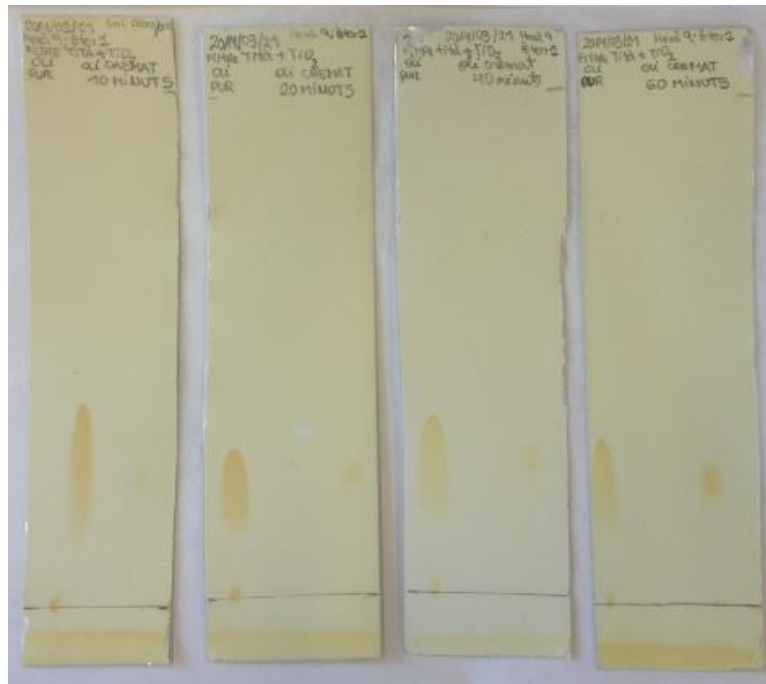


Figura 8.2.3.3.1. Influència del filtre sobre la reducció de la concentració d'oli d'oliva.

8.2.3.4. FILTRE DE DIÒXID DE TITANI I TITANI AMB L'IONITZADOR

Tal com es pot comprovar en la figura 8.2.3.4.1. quan es va fer actuar conjuntament el filtre i l'ionitzador els resultats que es van obtenir van ser significativament diferents. De fet, només es va apreciar la presència d'oli després de 60 minuts d'exposició. Com a conseqüència es pot afirmar que l'ionitzador presentà un comportament molt positiu en l'eliminació de l'oli d'oliva dins l'atmosfera de l'habitable.

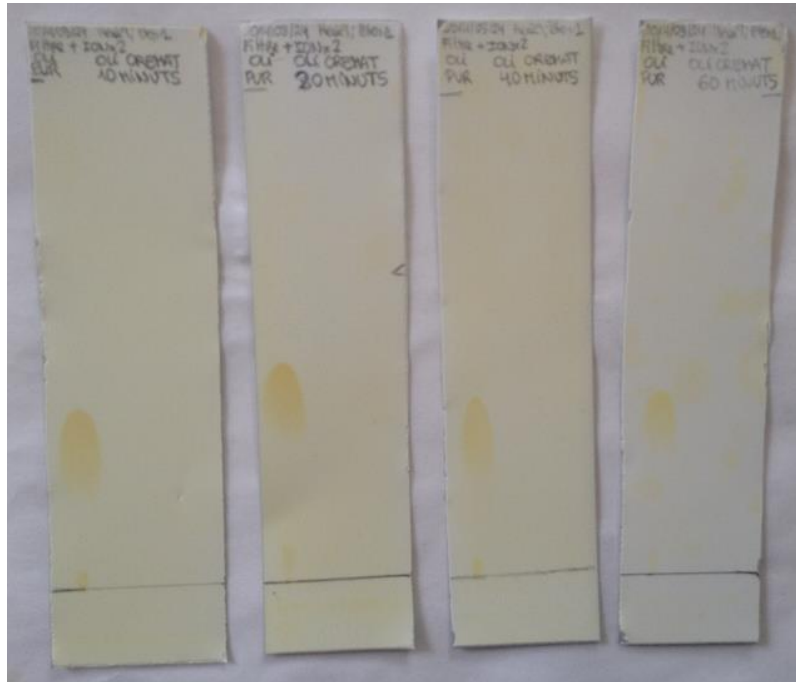


Figura 8.2.3.4.1. *Influència conjunta del filtre i de l'ionitzador sobre la reducció de la concentració d'oli d'oliva.*

8.2.3.5. FILTRE DE DIÒXID DE TITANI I TITANI AMB L'OZONITZADOR

Quan es va repetir l'experiència fent actuar conjuntament el filtre i l'ozonitzador es va detectar la presència d'oli a l'ambient a partir dels 40 minuts d'exposició (ja es començava a detectar). Com a conseqüència es podia afirmar que el comportament de l'ozonitzador no era tan eficaç com l'ionitzador, tot i que presentà un comportament molt positiu en l'eliminació de l'oli d'oliva dins l'atmosfera de l'habitacle. A la figura 8.2.3.5.1. es mostren els resultats corresponents a aquesta experiència.

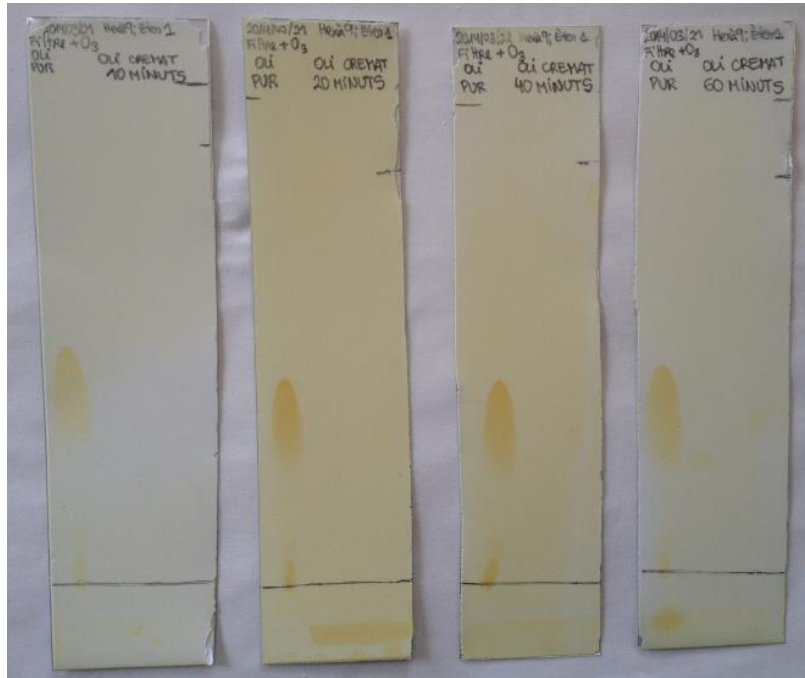


Figura 8.2.3.5.1. Influència conjunta del filtre i de l'ozonitzador sobre la reducció de la concentració d'oli d'oliva.

8.2.3.6. FILTRE DE DIÒXID DE TITANI I TITANI AMB LA RADIACIÓ DE LLUM ULTRAVIOLADA

Cal dir que el comportament anterior es va repetir quan es va fer l'experiència amb la radiació de llum ultraviolada (UV), la qual cosa és equivalent dir que, dels tres dispositius, l'ionitzador va presentar un millor comportament que no pas l'ozonitzador i la radiació UV.

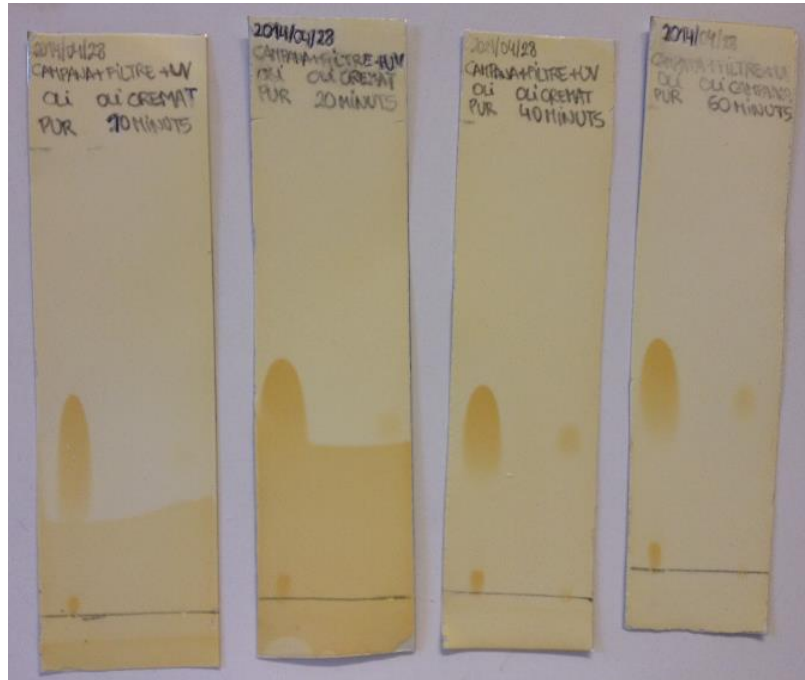


Figura 8.2.3.6.1. Influència conjunta del filtre i de la radiació UV sobre la reducció de la concentració d'oli d'oliva.

8.2.3.7. FILTRE DE DIÒXID DE TITANI I TITANI AMB L'IONITZADOR + L'OZONITZADOR + LA RADIACIÓ ULTRAVIOLADA

El comportament que s'ha vist anteriorment també es va observar quan es van emprar simultàniament els tres dispositius, és a dir, l'actuació conjunta d'aquests tres elements no presentà una millora significativa respecte a l'actuació individual de l'ionitzador. A la vista d'aquest resultat es va incorporar el peròxid d'hidrogen.

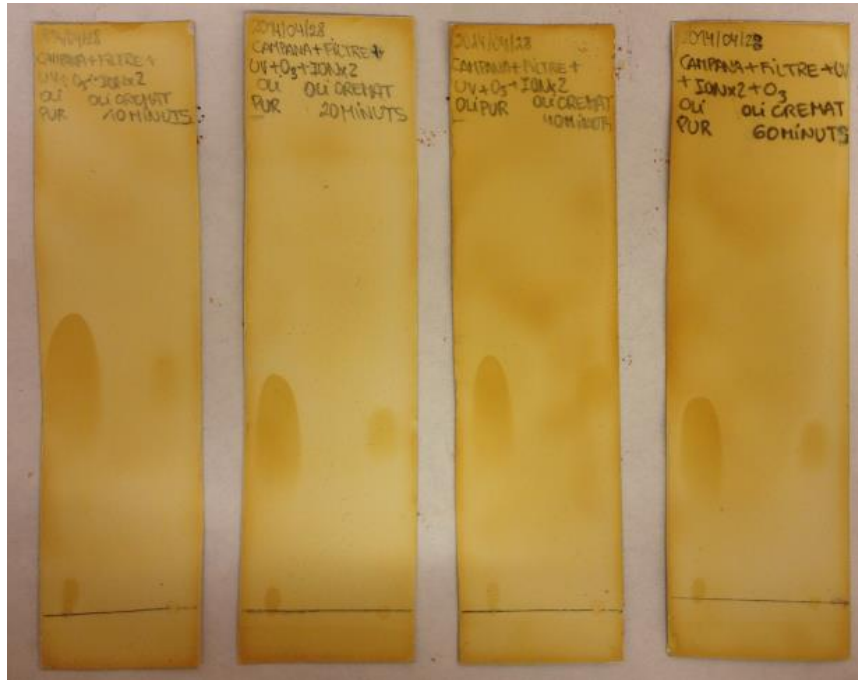


Figura 8.2.3.7.1. Influència conjunta del filtre, l'ionitzador, l'ozonitzador i la radiació de UV sobre la reducció de la concentració d'oli d'oliva.

8.2.3.8. FILTRE DE DIÒXID DE TITANI I TITANI AMB L'IONITZADOR + OZONITZADOR + RADIACIÓ DE RADIACIÓ ULTRAVIOLADA + PERÒXID D'HIDROGEN

A la figura 8.2.3.8.1. es mostren els resultats obtinguts on es pot observar que la incorporació del peròxid d'hidrogen al conjunt dels tres dispositius no va significar cap millora. Ben al contrari, a partir de la primera extracció de mostra als 10' ja es va apreciar la presència d'oli a l'atmosfera de l'habitacle. Aquesta presència es va incrementar amb el temps d'exposició.



Figura 8.2.3.8.1. *Influència conjunta del filtre, de l'ionitzador + l'ozonitzador + radiació UV + H_2O_2 sobre la reducció de la concentració d'oli d'oliva.*

8.2.3.9. FILTRE DE CARBÓ ACTIU + L'IONITZADOR + OZONITZADOR + RADIACIÓ DE RADIACIÓ ULTRAVIOLADA

Per acabar de fer l'estudi es va comprovar l'eficàcia del filtre de carbó actiu. De manera anàloga al que s'havia fet en la reducció/eliminació d'olors, es va saturar amb vapor d'aigua durant una hora.

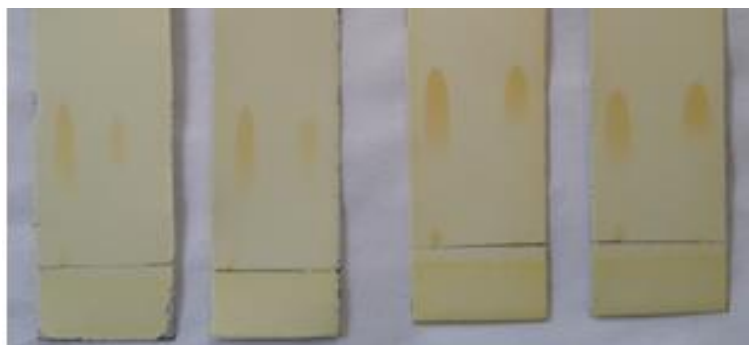


Figura 8.2.3.9.1. *Comportament del filtre de carbó.*

A la figura 8.2.3.9.1. es mostren els resultats obtinguts. La detecció d'oli en l'ambient de l'habitable es va produir a partir dels 10' d'exposició el que significa que el filtre de carbó actiu es satura molt fàcilment i deixa de ser eficaç al cap de poc temps.

Com a resum, el millor dispositiu per eliminar l'oli que es desprèn en un procés de cocció, en forma de vapor, és l'ionitzador, per bé que tant l'ozonitzador com la radiació UV també van presentar bons resultats.

8.2.3.10. OLI D'OLIVA AMB AIGUA

Després de realitzar totes les experiències amb l'oli d'oliva es va voler observar quins resultats s'obtidrien si en comptes de cremar oli d'oliva directament es cremés aquest amb aigua, donat que quan es fregeixen els aliments a la paella, es desprèn una quantitat d'aigua que es evaporada al poc temps. Com es pot observar a la figura 8.2.3.10.1. sense fer ús de la campana extractora, tan si es crema oli d'oliva com oli d'oliva amb aigua, s'obté el mateix resultat. Des dels 10 minuts ja hi ha presència de la taca.



Figura 8.2.3.10.1. *Mescla d'oli d'oliva amb aigua cremada sense fer ús de la campana.*

Un cop es va observar que tenia el mateix comportament, no es van efectuar totes les proves que es van realitzar amb l'oli d'oliva donat que no era necessari. Es va realitzar aquesta experiència per a observar el seu comportament.

8.3. CONCLUSIONS D'AQUEST CAPÍTOL

- L'eluent òptim va ser la combinació entre l'hexà i l'èter etílic (9:1).
- Es va comprovar que l'aparició a la taca corresponent a l'oli d'oliva podia variar entre 10 i 40 minuts en funció del dispositiu utilitzat.
- El dispositiu que va permetre l'aparició de la taca en un major temps va ser l'ionitzador.

CAPÍTOL 9. CONCLUSIONS

Un cop efectuades les parts experimentals del projecte es va arribar a les següents conclusions de cada part experimental.

1. FUMS

- De les proves realitzades amb tres filtres d'alumini, el millor dispositiu que reduïa la quantitat de fums va ser l'ionitzador i la combinació més adequada va ser l'ionitzador amb la llum ultraviolada.
- Les experiències realitzades amb un filtre que tenia dipositada una capa de diòxid de titani i titani van donar resultats diferents. El millor dispositiu que reduïa la quantitat de fums va ser l'ionitzador i la combinació va ser l'ionitzador amb l'ozonitzador.

2. OLORS

- La influència de l'ionitzador, la llum ultraviolada i l'ozonitzador sobre el filtre de diòxid de titani més titani van ser del mateix ordre de magnitud, el que significa que tots van ajudar significativament en la reducció d'olors. D'altra banda, la combinació que va donar millors resultats va ser el filtre que tenia dipositada una capa de TiO_2 i Ti juntament amb la llum ultraviolada (UV) i l'ionitzador.

3. GREIXOS

- Es va comprovar que l'ionitzador amb el filtre que tenia dipositada una capa de diòxid de titani i titani va ser el dispositiu que permetia que en les experiències de cromatografia de capa fina, la taca aparegués al cap de molts minuts, fet que no es donava amb els altres dispositius.

4. ESTUDI BIOQUÍMIC

- Per tal d'eliminar els bacteris i els fongs, en el filtre banyat amb Ti + TiO₂ es va trobar que el tractament amb llum UV de 254 nm era efectiu.

Tot això permet afirmar que:

- La influència del filtre que conté dipositada una capa de diòxid de titani i titani, juntament amb l'ionitzador fa precipitar els compostos volàtils de l'aire
- L'acció conjunta de la UV i l'ozonitzador ajuden a inhabilitar els microorganismes presents en l'aire i provocar el trencament dels dobles enllaços dels compostos volàtils provocant el seu deteriorament.
- Un cop s'ha vist que la combinació de tots els dispositius és viable, per tal de que sigui eficaç, s'ha de fer un nou disseny de campana extractora de recirculació que inclogui un nou recorregut i un nou cabal òptim de l'aire a l'interior de la campana. En el nou disseny s'haurà d'estudiar com s'introduirà l'ionitzador, l'ozonitzador i la llum ultraviolada de manera que al cap del temps no s'inhabiliti la seva funció degut al greix produït en la cocció d'aliments.

CAPÍTOL 10. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ahorro Energetico Bilbao, *Sistemas Ozonizados con Purificación Integral*. Consultat el: 18-08-2014. Disponible a:
http://www.ahorroenergeticobilbao.com/pdf/EXTRACTORAS_informe_APLICACIONES-OZONIZACION.pdf
- [2] O. Legrini, E. Oliveros, AM. Braun. *Procesos Fotoquímicos para el Tratamiento del Agua*. Chem. Rev ., 93: 671-698. (1993)
- [3] C.P. Huang, Ch. Dong y Z. Tang. *Waste Management*, 13, (1993).361-377
- [4] US/EPA Handbook of Advanced Photochemical Oxidation Processes, EPA/625/R-98/004 (1998).
- [5] The AOT Handbook, Calgon Carbon Oxidation Technologies, Ontario (1996).
- [6] J.R. Bolton y S.R. Cater, "Aquatic and Surface Photochemistry", 467-490. G.R. Helz, R.G. Zepp y D.G. Crosby Editores. Lewis, Boca Raton, FL, EEUU (1994).
- [7] W.H. Glaze, Environ. Sci. Technol., 21, 224-230 (1987).
- [8] W.H. Glaze, J.W. Kang y D.H. Chapin, Ozone Sci. & Technol., 9, 335-352 (1987).
- [9] J. Hoigné y H. Bader, Water Resources. 10, 377-386 (1976).
- [10] J. Hoigné y H. Bader, Water Resources. 17, 173-183 (1983).
- [11] W.H. Glaze, F.J. Beltrán, T. Tuhkanen y J.W. Kang, Water Poll. Res. J. Canada, 27, 23-42 (1992).
- [12] H.J.J. Fenton, Journal of the Chemical Society, 65, 899-910 (1894).

- [13] Ch. Walling, *Acc. Chem. Res.*, 8, 125-131 (1975).
- [14] L.A. Rosocha y R.A. Korzekwa, *J. Adv. Oxid. Technol.*, 4, 247-264 (1999).
- [15] T.M. Olson y P.F. Barbier, *Wat. Res.*, 28, 1383-1391 (1994).
- [16] Eur-Lex Europa, *Directiva 2000/33/Ce De La Comisi3n*. Consultat el: 21-08-2014.
Disponible a:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:136:0090:0107:ES:PDF>
- [17] BVSDE Desarrollo Sostenible, *Luz Ultravioleta*. Consultat el: 22-08-2014. Disponible a:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen10.pdf>
- [18] Mundo HVACR, *Uso de Luz Ultravioleta en el Aire Acondicionado*. Consultat el: 22-08-2014. Disponible a: <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2009/02/uso-de-luz-ultravioleta-en-el-aire-acondicionado/>
- [19] Peschl Ultraviolet, *Desinfecci3n de aire*. Consultat el: 22-08-2014. Disponible a:
<http://peschl-ultraviolet.com/spanisch/productos/desinfeccion-de-aire/luftentkeimung.html>
- [20] Rubenchecajociles, *Tecnologia*. Consultat el: 22-08-2014. Disponible a:
http://rubenchecajociles.blogspot.com.es/2011_01_01_archive.html
- [21] Codetech, *Generador de Aniones*. Consultat el: 22-08-2014. Disponible a:
<http://www.codetech.com.tw/english/product/08.htm>
- [22] Hidritec. Consultat el: 08-09-2014. Disponible a: <http://www.hidritec.com/>
- [23] Juan Morena, Eul3lia. (2004). Lixiviaci3n de metales con ozono acuoso. Cin3tica de la plata y el oro. Aplicaciones. *Introducci3n*. Consultat el: 10-09-2014. Disponible a:
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/35399/3/1.INTRODUCCION.pdf>

-
- [24] Handbook of Chemistry and Physics 71 st. David R. Lide. 8.18. Edition 1990-1991.
- [25] N. Koprivanac, H. Kusic, A. Bozic. *Minimization of Organic Pollutant Content in Aqueous Solution by means of AOPs: UV- and Ozone –Based Technologies*. Chemical Engineering Journal. Vol.123. 2006. p.127-137.
- [26] R. G. Rice, C. M. Robson. *Uses of Ozone in Drinking Water Treatment*. J. Am. Water Works Assoc. 73, p. 44-57, 1981.
- [27] R. Junkins. *Ozone Disinfection: An O & M Survey of Selected Water and Wastewater Treatment Plants*, Sixth Ozone World Congress Proceedings, The international Ozone Association, Viena 1983.
- [28] R. P. Singh. *The Bleaching of Pulp*. Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Atlanta, GA. 1979.
- [29] Sanandose, *Usos del Ozono*. Consultat el: 11-09-2014. Disponible a:
<http://sanandose.com/usos-del-ozono/>
- [30] Schwartz, A; Martínez-Sánchez, G. (2012). La Ozonoterapia y su fundamentación científica. Revista Española de Ozonoterapia. Vol. 2, nº 1, p. 163-198.
- [31] L. Restaino, E.W. Frampton, J.B. Hemphill, P. Palnikar. (1995). Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. Appl. Environ. Microbiol. 61,9,3471-3475.
- [32] M. Achen, (2000) *Efficacy of ozone in inactivating Escherichia coli O157:H7 in pure cell suspensions and on apples*. M.S. Thesis. The Ohio State University, Columbus
- [33] MA. Krade, A. E. Yousef, J.G. Kim. (2001). *Microbiological aspects of ozone applications in food: a review*. J. Food Sci., 66, 9, 1242-1252.

- [34] D.B.M. Scott, E.C. Leshner, (1963). *Effect of ozone on survival and permeability of Escherichia coli*. J Bacteriol. 85, 567-576.
- [35] RG. Murray, S. Pumela, H.E. Elson. (1965). *The location of the mucopeptide of sections of the cell wall of Escherichia coli and other gram negative bacteria*. J. Can. Microbiol, 11,3, 547-560.
- [36] José María Calderón Ancona, Erwin Beutelspacher Santiago. (2005). *Diseño y construcción de un generador de ozono para aplicaciones de purificación de agua*. Tesis. Centro Nacional de Investigación y desarrollo tecnológico, México.
- [37] D^a. María Isabel González Sánchez. *Actividades Biocatalíticas Dependientes De Peróxido De Hidrógeno. Estudio Cinético De Los Mecanismos Y Diseño De Biosensores Específicos*. Universidad De Castilla-La Mancha, Facultad De Ciencias Químicas, Departamento De Química-Física (2010). Consultat el: 13-09-2014. Disponible a: file:///C:/Users/HP/Downloads/TesisDoctoral_M%C2%AAIsabel.pdf
- [38] La guía 2000, *Peróxido de Hidrógeno*. Consultat el: 20-09-2014. Disponible a: <http://quimica.laguia2000.com/compuestos-quimicos/peroxido-de-hidrogeno>
- [39] Anales RANF, *Industria Del Agua Oxigenada*. Consultat el: 20-09-2014. Disponible a: <http://www.analesranf.com/index.php/discurso/article/viewFile/1011/991>
- [40] Vernier, *Acción Enzimática: Actividad De La Catalasa*. Consultat el: 22-09-2014. Disponible a: http://www2.vernier.com/sample_labs/CMV-03-enigma.pdf
- [41] I. L. De Mattos, K. Antonelli, A. D. Braz, J. R. Fernandes. *Peróxido de Hidrógeno: Importancia y Determinación*. Quim. Nova 26 (2003), 373-380.

- [42] W. H. Glaze, G.R. Peyton, S. Lin, R. Y. Huang, K. Burleson. Destruction of Pollutants in Water with Ozone in Combination with Ultraviolet Radiation. 2. Natural Trihalomethane Precursors. Environ. Sci. & Technol. 16 (1982), 454-458.
- [43] N. H. Ince. Critical effect of Hydrogen Peroxide in Photochemical Dye Degradation. Water Res. 33 (1999), 1080-1084.
- [44] R. Alnaizy, A. Akgerman. Advanced Oxidation of Phenolic Compounds. Adv. Environ. Res. 4 (2000), 233–244.
- [45] F. J. Benitez, J. L. Acero, F. J. Real. Degradation of Carbofuran by Using Ozone, UV Radiation and Advanced Oxidation Processes. J. Hazard. Mater. 89 (2002), 51-65.
- [46] Jose Alain Rosales Garcia, Materiales para fotocatalisis y electrofotocatalisis. Universidad Veracruzana. Tuxpan. Disponible a:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29542/1/RosalesGarcia.pdf>
- [47] UPCommons, Comportamiento mecánico bajo solicitaciones de contacto de materiales de herramienta recubiertos con capas cerámicas duras. Disponible a:
<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5508/1/Memoria%20PFC.pdf>
- [48] UPCommons, Comportamiento por contacto esférico de materiales de herramienta recubiertos con capas cerámicas. Disponible a:
<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6704/2/Memoria.pdf>
- [49] UPCommons, Alternatives al Cr electrolític decoratiu: Recobriments PVD. Disponible a: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3192/1/42638-1.pdf>
- [50] Ing. Oscar L. Danilin. Combustión. Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional (1999). Disponible a: <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/integ2/combustion.pdf>

- [51] Bueno, J.L.; Sastre, H.; Lavin, A.G.; Contaminación atmosférica. Universidad de Oviedo (1997).
- [52] M. Alicia. Desarrollo De Carbones Activados A Partir De Residuos Lignocelulósicos Para La Adsorción Y Recuperación De Tolueno Y N-Hexano. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (2012). Disponible a:
http://digital.csic.es/bitstream/10261/74991/1/Tesis%20Martinez%20de%20Yuso_A_repositorio%20CSIC.pdf
- [53] Gran Enciclopèdia Catalana, *Carbó activat*. Consultat el: 19-05-2014. Disponible a:
<http://www.enciclopedia.cat/enciclop%C3%A8dies/gran-enciclop%C3%A8dia-catalana/EC-GEC-0152910.xml?s.q=carb%C3%B3+activat#.U5CTGLeKC70>
- [54] J.E. Atchison. (1983). *Pulp and Paper Production*. Volume I; 3Th Edition. Tapy Press
- [55] L. Lintus. (1980). *Markets for bleached hardwood pulp and printing and writing paper. Preliminary assessment of utilization of Andaman hardwood for paper pulp*.
- [56] J.F. Colom pastor, J.A. García Hortaltorres López, A.L. y altres. (1994). *Constituyentes Fibrosos De Pasta Y Papeles* Monografías de la Cátedra de Tecnología Papelera y Centro de Estudios, Investigación y sesoramiento de la Industria Papelera y Gráfica; Escola Superior d' Enginyers Industrials de Terrassa. Universitat Politècnica de Barcelona.
- [57] J.E. Atchison. *History of Paper and the Importance of Non-wood Plant Fibers. Pulp and Paper Manufacture*. Vol1, 3th. Edt. 1993
- [58] Galin, R. D. (1994). *Paper marketing and distribution trends* Robert B. & Galin. Eds. Miller Freeman, cop. San Francisco.
- [59] AIR 1- CT92-0071. (1993-1996). *EUROSORGO: New Hybrid Plant- Fibre Sorghum as a Component in Mixtures of Pulps Currently Used in the Paper Industry*.

- [60] Guayubira, *El proceso de producción de la celulosa*. Consultat el: 16-05-2014.
Disponible a: http://www.guayubira.org.uy/plantas_de_celulosa/el-proceso-de-produccion-de-la-celulosa/
- [61] Lista europea de calidades normalizadas de papel y cartón recuperado: UNE-EN 643. 2002. Versión oficial, en espanyol, de la norma europea UNE-EN 643, de desembre de 2001.
- [62] Issuu, *Ciencias*. Consultat el: 16-05-2014. Disponible a:
http://issuu.com/sbasica/docs/maestrociencias3vol2_1314/54
- [63] Organización Mundial de la Salud. Ambientes saludables y prevención de enfermedades. Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente. 2006.
- [64] Innovambiental, *La Luz Ultravioleta*. Consultat el: 01-09-2014. Disponible a:
http://www.innovambiental.com/008_Luz%20UltravioletaDesinfAguayAire.pdf
- [65] Xavier Guardino Solá. Calidad del aire interior. Enciclopedia de salud y Seguridad en el Trabajo. Instituto nacional de la Seguridad e higiene en el Trabajo.
- [66] Aceites Y Grasas Alimentarias: Tecnología, Utilización Y Nutrición. Editorial Acribia, S.A.
- [67] Els glúcids i els lípids. Editorial Barcanova. Disponible a:
http://espaibarcanova.cat/descargas/espai/1461649_0_0.pdf
- [68] USAC, *Fosfolípidos-Facultad de Ciencias Médicas*. Consultat el: 18-05-2014.
Disponible a: http://medicina.usac.edu.gt/quimica/biomol2/lipidos/Fosfol_pidos.htm
- [69] Devlin, T. M. 2004. Bioquímica, 4ª edición. Reverté, Barcelona.

- [70] National Library of Medicine-National Institutes of Health, *Entender los resultados sobre el colesterol*. Consultat el: 17-05-2014. Disponible a:
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/patientinstructions/000386.htm>
- [71] Elsevier, *Fitoesterols y fitoestanoles*. Consultat el: 18-05-2014. Disponible a:
http://zl.elsevier.es/es/revista/offarm-4/fitoesterols-fitoestanoles-13073446-ambito_farmaceuticofitoterapia-2005
- [72] Lieberman, S, Bruning, N. *The Real Vitamin & Mineral Book*. NY: 1990. Avery Group,3.
- [73] Vitaminas, *Clasificación de las Vitamina*. Consultat el: 18-05-2014. Disponible a:
[shttp://vitaminas.org.es/clasificacion-de-las-vitaminas](http://vitaminas.org.es/clasificacion-de-las-vitaminas)
- [74] Gran Enciclopèdia Catalana, *Vitamina*. Consultat el: 20-05-2014. Disponible a:
<http://www.enciclopedia.cat/enciclop%C3%A8dies/gran-enciclop%C3%A8dia-catalana/EC-0150995.xml?kt.subject=ROOT%40ARBRES%40ARBRE+DEL+CONEXIEMENT%40ci%C3%A8ncia%40qu%C3%ADmica%40Publicacions+relacionades+amb+la+qu%C3%ADmica#.U49PXLeKC70>
- [75] La guia 2000, *Glicerol*. Consultat el: 20-09-2014. Disponible a:
<http://quimica.laguia2000.com/compuestos-quimicos/glicerol>
- [76] S. S. Yazdani and R. Gonzalez. «Anaerobic fermentation of glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry». *Current Opinion in Biotechnology*, vol. 18, 3, 2007, pàg. 213–219.
- [77] E-aditivos, *Aditivos Estabilizantes Alimentarios*. Consultat el: 31-07-2014. Disponible a: <http://www.e-aditivos.com/Estabilizantes>

- [78] Harry Lawson. Aceites y Grasas Alimentarias: Tecnologia, Utilizacion Y Nutricio N. Acribia Editorial (1999).
- [79] Gencat, *Perills químics associats a l'oli de fregir. Descripció i mesures preventives*. Consultat el: 21-05-2014. Disponible a:
http://www20.gencat.cat/docs/salut/Minisite/ASPCAT/Publicacio_formacio_recerca/Comunitats_de_practica/Productes_finals/2008_COP_perills_quimics_oli_de_fregir.pdf
- [80] Yagüe Aylón MA. Estudio de utilización de aceites para fritura en establecimientos alimentarios de comidas preparadas. Escola de Prevenció i Seguretat Integral, UAB, 2003.
- [81] Permanyer Fábregas, J. J., Boatella, J. y Torre, M. C. "Modificaciones químicas de los aceites calentados" *Grasas y aceites*, 1985, 36, 217.
- [82] Neoteo, *RS485: Domótica al alcance de tu mano*. Consultat el: 26-05-2014. Disponible a: <http://www.neoteo.com/rs485-domotica-al-alcance-de-tu-mano-15810/>
- [83] Cienciaeducacion, *IDES para programar C++*. Consultat el: 26-05-2014. Disponible a: <http://cienciaeducacion502.blogspot.com.es/2013/12/ides-para-programar-c.html>
- [84] Uam, *Cromatografía en Placa Fina*. Consultat el: 15-09-2014. Disponible a: <https://www.uam.es/docencia/jppid/documentos/practicas/actuales/guion-p6.pdf>
- [85] Cienytech, *Índices de refracción de algunos de los disolventes más comunes en Cromatografía*. Consultat el: 15-09-2014. Disponible a:
<http://www.cienytech.com/tablas/Tabla-indices-refrac.pdf>
- [86] Química orgánica experimental H. Dupont Durst, George W. Gokel página 83
- [87] Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos, Nikolai Sharapin, página 36

SUMARI D'ANNEXES

1. CROMATOGRAFIA	3
1.1. Cromatografia plana	8
1.1.1. Cromatografia de capa fina	8
1.1.1.1. Tècnica operativa	10
1.2. Factor de retenció (Rf)	12
2. REACCIONS REDOX I ÀCID-BASE	15
2.1. Les reaccions redox	15
2.2. Les reaccions àcid-base	18
3. ELS SEMICONDUCTORS	19
3.1. Característiques dels semiconductors	19
3.1.1. Introducció a la física dels semiconductors	19
3.2. Tipus de semiconductors	22
3.2.1. Intrínsecs/extrínsecs	22
3.2.2. El díode	24
4. ALDEHIDS I CETONES	29
4.1. El grup carbonil	30
4.2. Reaccions dels aldehids i cetones	31
4.2.1. Formació d'aldehids i cetones per oxidació d'alcohols	31
4.2.2. Reaccions d'addició al grup carbonil	32
4.2.2.1. Addició d'aigua	32
4.2.2.2. Addició d'alcohols	33
4.2.2.3. Addició del reactiu de Grignard	33
4.2.3. Formació d'alcohols per reducció d'aldehids i cetones	34
4.3. Reaccions identificatives d'aldehids i cetones	35
4.3.1. Prova de Tollens	36
4.3.2. Prova de Benedict i Fehling	37
4.3.3. Prova de Brady o prova de la 2,4-dinitrofenilhidracina	37
4.4. Característiques dels aldehids i cetones	38

4.4.1. Metil-etil-cetona	39
4.4.1.1. Identificació de la metil-etil-cetona (MEK)	40
4.4.1.1.1. Prova del iodoform.....	40
5. ELS RADICALS LLIURES.....	41
6. BIOQUÍMICA	43
6.1. Estudi bioquímic	43
6.2. Resultats de l'estudi	43
7. BIBLIOGRAFIA	45
8. NORMATIVA I FITXES DE SEGURETAT	47

Per tal d'entendre millor els continguts del projecte s'ha volgut afegir un conjunt de capítols explicant una sèrie de conceptes complementaris.

1. CROMATOGRÀFIA

S'ha incorporat l'annex 1 dedicat a la cromatografia, donat que va ser el mètode operatiu dut a terme en la part de greixos.

Tota la informació que es mostra a continuació s'ha extret del següent llibre: "J. M. Casas, Josep Garcia, J. M. Guadayol, J. Olivé. (1994) *Anàlisi instrumental 2, Cromatografia i electroforesi*. Editorial: Udicions UPC.

Es pot definir la cromatografia com un mètode d'anàlisi basat en la percolació d'una fase líquida o gasosa (mescla problema) al llarg d'una fase estacionària, que pot ser sòlida-porosa o bé líquida-fixa sobre un suport inert, de manera que cadascun dels components de la mescla se separen segons la seva velocitat de migració (cada component té la seva pròpia velocitat) al llarg de la fase estacionària.

Hi ha una sèrie de conceptes dins de qualsevol tècnica cromatogràfica que és necessari saber: La fase fixa o estacionària, la fase mòbil i els substrats o soluts, que són les substàncies que s'han de separar. La fase estacionària és un sòlid adsorbent, com l'alúmina o el gel de sílice, que està dins d'un tub o columna, mentre que la fase mòbil pot ser un líquid o un gas.

Els diferents tipus de tècniques cromatogràfiques es poden classificar segons la fase estacionària (Taula 1.1.), segons la fase mòbil (Taula 1.2.) i segons el dispositiu emprat a l'hora d'aconseguir el contacte entre la fase mòbil i la fase estacionària (Taula 1.3.).

Taula 1.1. Classificació de les tècniques cromatogràfiques segons la fase estacionària.

FASE ESTACIONÀRIA	TÈCNICA CROMATOGRÀFICA
SÒLIDA	<p>Cromatografia d'adsorció: El sòlid adsorbeix en diferent grau els diferents components a separar que, inicialment, estaven en la fase mòbil (líquida o gasosa).</p>
	<p>Cromatografia de bescanvi iònic: El sòlid és un bescanviador d'ions. En conseqüència, les forces responsables de la migració diferencial dels soluts són les d'atracció electrostàtica amb els grups ionitzables del bescanviador.</p>
	<p>Cromatografia d'exclusió: El sòlid és un gel format per polímers no iònics que retenen les molècules dels soluts segons la seva grandària.</p>
	<p>Cromatografia d'afinitat: És un tipus especial de cromatografia d'adsorció emprat en bioquímica.</p>
LÍQUIDA	<p>Cromatografia de partició: La fase estacionària (líquida) està sobre un suport sòlid inert, de manera que la migració diferencial dels soluts es produeix com a conseqüència del diferent coeficient de repartiment entre la fase mòbil (líquida o gasosa) i la fase estacionària.</p>

Per poder entendre els tipus de cromatografia anteriors, a continuació s'exposa una sèrie de conceptes per ajudar a comprendre cadascuna de les tècniques cromatogràfiques.

La interacció entre la fase estacionària i els diferents substrats que formen la mescla que es vol separar es pot produir de cinc maneres diferents: Adsorció; Partició; Bescanvi iònic; Exclusió i Afinitat.

- **Adsorció:** És un procés d'equilibri que consisteix en l'adhesió dels àtoms o les molècules d'un material (adsorbat) en la superfície d'un altre (adsorbent).
- **Partició:** És un fenomen que consisteix en la distribució d'un solut entre dues fases líquides immiscibles.
- **Bescanvi iònic:** És un procés químic-físic segons el qual, en posar en contacte una solució iònica amb un compost immiscible, anomenat bescanviador iònic, es produeix la fixació en aquest dels cations o anions de la solució. Com a conseqüència d'això, quantitats equivalents de cations o d'anions que inicialment estaven en el bescanviador, són alliberats del seu reticle i passen al si de la solució. Així doncs, el bescanvi pot ser catiònic o aniònic, segons el signe de la càrrega dels ions bescanviats.
- **Exclusió:** És la separació de les molècules en funció de la seva grandària. En aquest procés, les molècules dels diferents substrats es separen com a conseqüència de la seva penetració a l'interior dels porus de les molècules de l'adsorbent, de manera que les molècules de secció transversal menor són les que queden retingudes en major mesura, ja que poden endinsar-se per tots els porus, ben al contrari de les que tenen una secció transversal més gran, les quals passen de llarg.
- **Afinitat:** És una altra tècnica de filtració selectiva, una variant de la cromatografia d'adsorció. Aquesta tècnica presenta dues etapes ben diferenciades: En primer lloc, es produeix una interacció entre el substrat i la fase estacionària mitjançant una reacció bioquímica reversible. Com a conseqüència d'això, el substrat queda retingut sobre la fase estacionària. En segon terme, tot canviant les característiques de l'eluent, es trenca la unió substrat-fase estacionària i s'assoleix l'elució selectiva del compost retingut prèviament.

Taula 1.2. Classificació de les tècniques cromatogràfiques segons la fase mòbil.

FASE MÒBIL	TÈCNICA CROMATOGRÀFICA
LÍQUIDA (CROMATOGRÀFIA DE LÍQUIDS)	Cromatografia líquid-líquid (CLL): Ambdues fases (mòbil i estacionària) són líquides. En conseqüència, es tracta d'una tècnica cromatogràfica de partició.
	Cromatografia líquid-sòlid (CLS): La fase estacionària és un sòlid. Estan incloses en aquest tipus les tècniques cromatogràfiques d'adsorció, de bescanvi (líquid iònic), exclusió i afinitat.
GAS (CROMATOGRÀFIA DE GASOS)	Cromatografia gas-líquid (CGL): De manera anàloga a la (CLL), aquesta tècnica cromatogràfica també pertany a la categoria de cromatografia de partició.
	Cromatografia gas-sòlid (CGS): Es tracta d'una tècnica cromatogràfica d'adsorció.
FLUID SUPERCRÍTIC	Cromatografia de fluids supercrítics (CFS): Hi ha diferents opcions d'aquest tipus de tècnica que es poden incloure tant en la cromatografia de partició com d'adsorció.

Taula 1.3. Diferents tipus de cromatografia segons el dispositiu que utilitzen.

TIPUS DE CROMATOGRÀFIA	
EN COLUMNA	PLANA
	Cromatografia de paper (CP)
	Cromatografia de capa fina (CCF)

A continuació s'exposa breument les bases dels dos tipus de cromatografia esmentades anteriorment.

Cromatografia en columna: La fase estacionària es troba a l'interior d'un tub cilíndric a través del qual es fa circular la fase mòbil. El flux de la fase mòbil (líquida o gasosa) s'aconsegueix per: Pressió, capil·laritat o per gravetat.

Cromatografia plana: La fase estacionària roman sobre una superfície. Es diferencien dos tipus de cromatografia plana:

- **Cromatografia de paper (CP):** El paper fa de suport a la fase estacionària.
- **Cromatografia de capa fina (CCF):** El sòlid que actua com a fase estacionària (adsorbent, bescanviador) o bé com a suport de la fase estacionària (cromatografia de partició) s'estén en forma de capa fina sobre una superfície plana. Tot i que, inicialment aquesta superfície va ser de vidre, posteriorment es van desenvolupar altres substrats de plàstic i d'alumini.

El flux de la fase mòbil es pot aconseguir de dues maneres: Per capil·laritat (cromatografia horitzontal i ascendent) i per capil·laritat i gravetat (cromatografia descendent). En la cromatografia plana queda exclòs l'ús de gas com a fase mòbil, donat que sempre és líquida.

A continuació s'exposa amb més detall les característiques de la cromatografia plana (capa fina), ja que ha sigut el mètode utilitzat en aquest treball.

1.1. CROMATOGRAFIA PLANA

Cromatografia plana o cromatografia en columna oberta és aquell tipus de cromatografia líquida en què la fase estacionària està dipositada sobre una superfície plana. Hi ha dos tipus de cromatografia plana: La cromatografia de paper (CP) i la cromatografia de capa fina (CCF).

A diferència de la cromatografia de columna, en la cromatografia plana la fase mòbil sempre és un líquid, en canvi, la fase estacionària pot ser un líquid suportat per un sòlid (cromatografia de partició) o bé un sòlid (cromatografia d'adsorció, bescanvi iònic o exclusió).

En la cromatografia de paper (CP) la cel·lulosa està en forma de superfície plana (full de paper). Tot i que aquesta tècnica va tenir molta importància en la dècada dels anys cinquanta, actualment està desplaçada per la cromatografia de capa fina.

1.1.1. CROMATOGRAFIA DE CAPA FINA

Els primers experiments daten dels anys trenta, quan Izmailov (1930) i Shraiber (1930) van començar a desenvolupar separacions cromatogràfiques sobre làmines d'òxid d'alumini. A mitjans de la dècada dels cinquanta, Egon Stahl (1950) va aconseguir separar el contingut de les glàndules capil·lars vegetals sobre capes de gel de sílice, descobrint que va portar-lo a desenvolupar la cromatografia de capa fina (CCF).

A diferència de la cromatografia en columna, en la cromatografia plana no té cap mena d'importància que alguns dels components de la mostra que s'han de separar restin a l'origen (no es desplacin) ja que les plaques (o el paper) només es fan servir una sola vegada. En canvi, en la cromatografia en columna cal escollir la fase mòbil de manera que es produeixi l'elució de tots els components de la mostra que s'han de separar, ja que si no fos així, la columna no restaria en condicions de tornar-la a emprar. Una altra diferència respecte a la cromatografia en columna és que els soluts separats mitjançant cromatografia plana sempre romanen dins de la fase estacionària.

Segons quin sigui el tipus d'adsorbent depositat sobre la placa, existeixen diferents tipus de cromatografia de capa fina (Taula 1.1.1.1.).

Taula 1.1.1.1. Tipus de cromatografia de capa fina segons la fase estacionària.

TIPUS DE CROMATOGRÀFIA DE CAPA FINA	
DE PARTICIÓ	L'adsorbent fa de suport inert de la fase estacionària líquida polar (normalment aigua). Els adsorbents més freqüents són el gel de sílice, la cel·lulosa i el kieselguhr o terra de diatomees.
D'ADSORCIÓ	L'adsorbent (gel de sílice, òxid d'alumini) actua directament com a fase estacionària.
DE BESCANVI IÒNIC	La fase estacionària és un bescanviador d'ions estès sobre la placa (resina orgànica o cel·lulosa tractada).
D'EXCLUSIÓ	S'empra un material porós que origina fenòmens d'exclusió.

A continuació es mostren les aplicacions més freqüents dels diferents tipus de fase estacionària.

Taula 1.1.1.2. Aplicacions de la cromatografia de capa fina segons la fase estacionària.

CAMPS D'APLICACIÓ DE LES FASES ESTACIONÀRIES MÉS FREQÜENTS	
GEL DE SÍLICE	Aminoàcids, alcaloides, sucres, àcids grassos, lípids, olis essencials, anions i cations inorgànics, esteroides i tensioactius.
ALÚMINA	Alcaloides, colorants alimentaris, fenols, esteroides, vitamines i aminoàcids.
KIESELGUHR	Sucres, oligosacàrids, triglicèrids i aminoàcids.
CEL·LULOSA	Aminoàcids, colorants alimentaris i alcaloides.

1.1.1.1. TÈCNICA OPERATIVA

Un cop s'ha escollit el tipus de placa on es desenvoluparà el procés cromatogràfic, es procedeix a depositar-hi la mescla per separar. Es tracta d'una operació delicada, ja que la mostra per separar ha de romandre prop de l'extrem de la placa (entre 1 i 1,5 cm) de la manera més concentrada possible, per la qual cosa es diposita mitjançant microcapil·lars o amb microxeringues (de 0,2 a 2 µL de capacitat). D'ambdues maneres s'aconsegueix formar una deposició circular amb un diàmetre de 2 a 3 mm com a màxim.

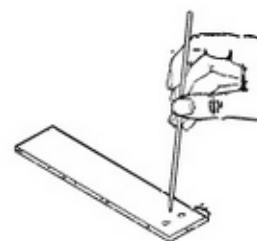


Figura 1.1.1.1.1. Esquema del mètode per depositar la mescla a la tira.

La deposició de la mostra s'ha de fer amb molta cura per tal de no espatllar la fase estacionària, la qual cosa provocaria una migració irregular de la mostra.

La quantitat de mostra dipositada varia normalment entre els 10 i 100 μg (1 gota). Ara bé, si la mostra que s'ha de separar és molt diluïda, el que es fa és addicionar més d'una gota, tenint en compte que entre gota i gota s'ha de deixar evaporar el dissolvent. D'aquesta manera s'evita que la mostra per separar s'escampi de manera excessiva sobre la fase estacionària.



Una vegada s'ha depositat la mostra per separar sobre la fase estacionària, s'introdueix la placa en un recipient hermètic.

Els recipients emprats (cambres o cel·les d'elució) poden ser de diferent forma i mida, essent el vidre el material més emprat per la seva construcció. De manera que els diferents soluts es separin al llarg de la fase estacionària (placa) en forma de taques.

Figura 1.1.1.1.2. Esquema del mètode per depositar la mescla a la tira.

Un cop ha finalitzat l'etapa anterior, s'ha de revelar la placa per tal d'observar les taques al llarg de la placa. La major part de les plaques de cromatografia porten un indicador fluorescent que permet la visualització dels compostos actius a la llum ultraviolada (366 nm). L'indicador absorbeix la llum UV i emet llum visible. La presència d'un compost actiu en l'UV evita que l'indicador absorbeixi la llum a la zona en la qual es troba el producte, i el resultat és la visualització d'una taca en la placa que indica la seva presència. En el cas de compostos que no absorbeixen llum UV, la visualització (o revelat) del cromatograma requereix utilitzar un agent revelador, per tal d'observar el compost que ha reaccionat en forma de taca.

Un dels agents reveladors més habituals és el vapor de iode. La deposició del iode sobre la placa es realitza amb l'ajuda d'un polvoritzador. Un cop la placa està coberta amb iode, s'introdueix a l'estufa a uns 60°C durant uns 10 minuts. Si hi ha algun compost que ha reaccionat, el que s'ha d'observar és una taca de color marronós.

1.2. FACTOR DE RETENCIÓ (Rf)

El factor de retenció o retard (Rf) és una constant (Ratio of Front) que expressa la posició d'un compost sobre una placa com una fracció decimal, mesurant la retenció d'un component. Es defineix com:

$$R_f = \frac{\text{Distància recorreguda des de l'origen pel compost}}{\text{Distància recorreguda des de l'origen pel front de l'eluent}} = \frac{X}{Y}$$

La retenció és la capacitat entre el solut a separar i la fase mòbil per adsorbir-se als centres actius polars de la fase estacionària. Així, les molècules del solut es troben adsorbides en la fase estacionària i a mesura que es produeix l'elució són desplaçades per la fase mòbil [1].

La distància recorreguda pel compost es mesura des del centre de la taca. Si aquesta és excessivament gran s'obindrà un valor erroni del Rf. Per a que els Rf siguin reproduïbles han de ser fixades una sèrie de condicions (Espessor de la placa, fase mòbil, fase estacionària i quantitat de mostra).

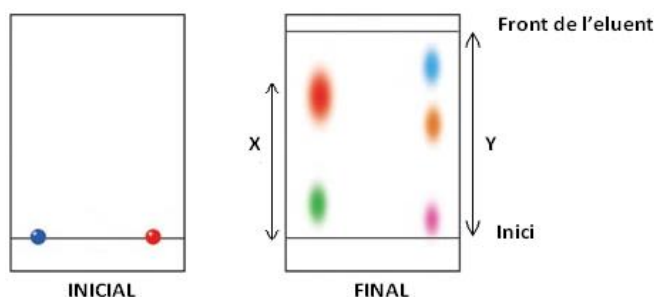


Figura 1.2.1. Esquema del procés de càlcul d'Rf.

Una vegada que la placa ha estat revelada, és a dir, després d'haver-la eluït i, arribat el cas, impregnar-la amb vapor de iode o qualsevol altre revelador químic si els compostos eluïts no tenen coloració pròpia, es troben una sèrie de taques idealment circulars que, a la pràctica són el·lipsoïdals.



Habitualment, les molècules més polars queden retingudes en la fase estacionària (part inferior de la tira), en canvi, les molècules menys polars ho estan menys, de manera que són arrossegades per l'eluent avançant a major velocitat [2].

El factor de retenció (Rf) té un valor constant per a cada compost en unes condicions cromatogràfiques determinades (adsorbent, dissolvent, grandària de la cubeta,

temperatura, etc.). Com que reproduir exactament aquestes condicions resulta pràcticament impossible, la comparació de dues mostres es fa eluent ambdues en la mateixa placa.

R_f pren valors entre 0,0 i 1,0. Es recomana triar un eluent en el qual els components de la mescla presentin un R_f mig entorn a 0,3-0,5. Per a compostos poc polars, s'ha d'utilitzar un dissolvent apolar com l'hexà. En el cas de compostos amb polaritat mitjana, es recomana utilitzar mescles hexà/acetat d'etil en diferents proporcions. Els productes més polars, requereixen dissolvents més polars, com les mescles de diclorometà/metanol en diferents proporcions. A continuació es mostra una taula on s'observa els tipus de compost segons la seva polaritat i l'ordre d'elució [1].

Taula 1.2.1. Tipus de compost segons la seva polaritat.

POLARITAT	ORDRE D'ELUCIÓ	TIPUS DE COMPOST		
Menor	Menor	Alcans i alquens		
	retenció 	Èters		
		Derivats halogenats		
		Aldehids i cetones		
		Èsters		
		Amines		
		Alcohols		
		Fenols		
		Àcids carboxílics		
		Major	Major retenció	

Habitualment com a fase mòbil s'utilitza una barreja de cloroform/acetona/metanol en relació 95:4.5:0,5 en volum, respectivament, el que permet obtenir una bona separació dels compostos presents en els olis. A continuació es mostra els Rf dels compostos presents en l'oli:

Taula 1.2.2. Factors de retenció (Rf) dels productes de la reacció d'esterificació separats per cromatografia de capa fina (CCF) [3].

FRACCIÓ LIPÍDICA	FACTOR DE RETENCIÓ (RF)
Monoglicèrids (MG)	0,12
Àcids grassos lliures (AGL)	0,33
Diglicèrids (1,2) (DG (1,2))	0,49
Diglicèrids (1,3) (DG (1,3))	0,59
Triglicèrids (TG)	0,82

2. REACCIONS REDOX I ÀCID-BASE

Hi ha tres tipus fonamentals de reaccions químiques en funció del seu mecanisme de reacció:

1. **Àcid-base:** Té lloc una transferència de protons. L'espècie que allibera els protons s'anomena àcid i la que els accepta base.
2. **Redox:** Té lloc una transferència d'electrons. L'espècie que allibera els electrons es coneix com a reductor i la que els accepta oxidant. Cal dir que el reductor s'oxida (augmenta el seu número d'oxidació) i l'oxidant es redueix (disminueix el seu número d'oxidació).
3. **Precipitació:** La formació d'una fase sòlida en una dissolució bé per l'addició d'un reactiu que formi un producte insoluble amb algun dels ions continguts en aquesta dissolució, bé per l'augment de la concentració del solut inicial fins arribar a superar el límit de la saturació rep el nom de precipitació i es denomina precipitat del producte sòlid format.
4. **Formació de complexes:** Un complex de coordinació o ió complex és una espècie química consistent en un àtom metàl·lic que, habitualment, actua com a àcid de Lewis (acceptor d'electrons) que està envoltat per una o més molècules que actuen com a base de Lewis (donadors d'electrons) i que s'anomenen lligants. Aquests es troben generalment units a l'àtom central mitjançant un enllaç covalent donador (els dos electrons els aporta un àtom) o enllaç covalent donador coordinat.

En aquest capítol, s'explicaran les reaccions Redox i les reaccions àcid-base.

2.1. LES REACCIONS REDOX

Les reaccions redox, o d'oxidació-reducció són aquelles en les quals l'estat o grau d'oxidació de les espècies que reaccionen canvia perquè es produeix un intercanvi d'electrons entre els reactius. Els dos processos, oxidació i reducció, s'han de produir de manera simultània, per

aquesta raó s'anomenen reaccions d'oxidació-reducció (redox) o reaccions de transferència d'electrons.

Per a que es produeixi una reacció redox es necessita la presència d'una espècie que cedeixi electrons (reductor) i una altra espècie que accepti electrons (oxidant). Després de la reacció redox, el reductor es transforma en la seva forma oxidada i l'oxidant en la seva forma reduïda. A la figura 2.1.1. es mostra un exemple:

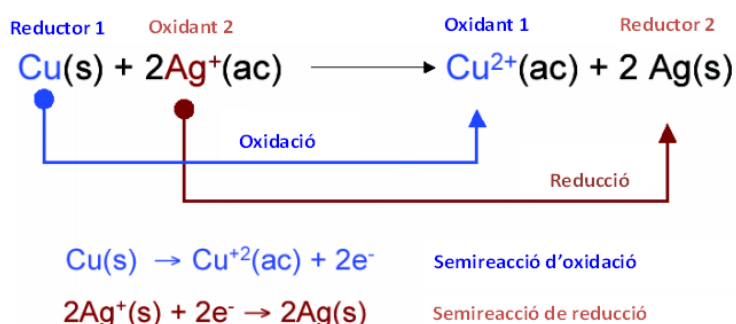


Figura 2.1.1. Esquema d'una reacció redox.

En les reaccions redox poden intervenir, bé com a reactius o com a productes de reacció, àtoms, ions o molècules que poden trobar-se en estat sòlid, en dissolució i en forma gasosa.

L'oxidació: És el procés en el que una espècie perd un o més electrons, de manera que, quan un element s'oxida, el seu estat d'oxidació pren valors més positius. Una espècie oxidant és aquella que guanya electrons, reduint-se durant el procés.

La reducció: És el procés on hi ha guanys d'electrons. L'element que es redueix pren valors més negatius del seu estat d'oxidació. Un agent reductor és aquell que perd electrons en una reacció, oxidant-se en el procés.

Moltes reaccions redox són força complicades, per aquest motiu existeix el concepte de nombre d'oxidació dels elements en ions o molècules, per tal de reconèixer de manera ràpida si un procés es pot catalogar com a redox o no.

Els nombres d'oxidació (també anomenats valències químiques) són càrregues imaginàries (positives o negatives) que s'atribueixen als àtoms que formen part de molècules o ions a

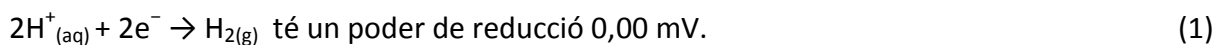
partir de certes regles, les quals no s'esmenten en aquest treball, ja que amb el que s'ha explicat anteriorment, és suficient per a comprendre els conceptes bàsics [4].

En general, els metalls actuen com a reductors ja que poden perdre electrons passant a la forma catiònica. N'és un exemple: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{+2} + 2\text{e}^-$.

La capacitat per a perdre electrons i passar a l'estat catiònic es coneix com a poder reductor i és diferent per a cada metall. D'aquesta manera, comparant els diferents metalls entre si es pot establir una escala relativa.

D'altra banda, els àcids diluïts tenen tendència a dissoldre determinats metalls. N'és un exemple, el ferro. La semireacció d'oxidació del ferro ($\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{+2} + 2\text{e}^-$) està complementada per la reducció de l'ió hidrònic a hidrogen gas, ($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$), de manera que la reacció redox molecular és: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$.

La dissolució del metall es produeix quan, aquest, té un major poder de reducció que l'ió H^+ . Així, altres metalls com la plata i l'or, que tenen un poder reductor (potencial de reducció) menor que l'ió hidrònic no es dissolen en àcids diluïts. Com a valor arbitrari, per tal de poder establir una escala relativa, es considera que la semireacció següent:



El poder redox expressa la tendència d'un mitjà a les possibles reaccions d'oxidació o de reducció. Així, en un medi reductor, el potencial redox és negatiu i en un medi oxidant, el potencial redox és positiu.

Els processos redox, a més a més de produir-se entre espècies iòniques, també tenen lloc entre espècies moleculars. Així, en el camp dels compostos orgànics són importants els següents tipus de reaccions redox: Hidrogenacions d'hidrocarburs, oxidacions de dobles enllaços, oxidacions de funcions oxigenades, reducció de funcions oxigenades i combustions [5].

2.2. LES REACCIONS ÀCID-BASE

Les reaccions redox transfereixen electrons mentre que les reaccions àcid-base transfereixen protons. De la mateixa manera que es poden unir àcids amb bases es poden unir oxidants amb un agent reductor o viceversa.

El concepte d'àcid i base va ser proposat per Svante Arrhenius en el 1884 com a part d'una altra teoria, també proposada per ell: La teoria de la ionització.

Un àcid és qualsevol substància que en dissolució aquosa és capaç de donar protons (H^+). De fet, un àcid no és més que un cas particular d'electròlit (espècie química que en dissolució aquosa es descompon en ions). A continuació, es mostra un exemple d'àcid:



Una base és qualsevol substància que en dissolució aquosa és capaç de donar ions hidroxils (OH^-). A continuació, es mostra un exemple de base:



La teoria d'Arrhenius només servia per a àcids i bases en solució aquosa. Per això en el 1923, N.Brønsted i T.M. Lowry van proposar un nou concepte d'àcid i base. Té el mateix significat que la teoria d'Arrhenius, però amb la diferència, de que no necessàriament ha de ser en dissolució aquosa.

Brønsted i Lowry consideraren que, quan una substància perd un protó, s'està comportant com un àcid. Tenint en compte que moltes reaccions són d'equilibri, una vegada s'ha després el protó, hi ha la possibilitat de que el protó alliberat retorni a la molècula inicial, llavors aquesta molècula es comporta com una base, l'anomenada base conjugada de l'àcid. De manera similar, una base accepta protons. Una vegada els ha captat, pot tornar a perdre'ls, transformant-se en un àcid, l'àcid conjugat de la base [6]. En conjunt, es parla de sistemes àcid-base i es representen, de forma genèrica, mitjançant l'equilibri següent:



3. ELS SEMICONDUCTORS

3.1. CARACTERÍSTIQUES DELS SEMICONDUCTORS

Tots els cossos o elements químics que existeixen en la naturalesa posseeixen característiques diferents. Tots aquests elements es troben a la “Taula Periòdica dels Elements Químics”. Des del punt de vista elèctric, tots els cossos simples o compostos formats per aquests elements es poden dividir en tres àmplies categories:

- a) Conductors.
- b) Aïllants.
- c) Semiconductors.

En aquest capítol es parla dels semiconductors, ja que són un dels materials amb els que s’ha treballat en aquest projecte.

Els semiconductors són una classe especial de materials amb propietats intermèdies a les dels aïllants i conductors. Que es comportin com un conductor o com un aïllant depèn de diversos factors: Camp elèctric o magnètic, pressió, radiació que hi incideix i temperatura a la que es trobi.

3.1.1. INTRODUCCIÓ A LA FÍSICA DELS SEMICONDUCTORS

Encara que la teoria atòmica és complicada, es té constància que els electrons que es troben orbitant al voltant del nucli atòmic no poden tenir qualsevol energia sinó solament uns valors determinats, els anomenats nivells energètics als que es posa nom: 1s, 2s, 2p, 3s, etc..

En el cas del silici, per exemple, l’última capa, conté quatre electrons. En conseqüència li falten també quatre electrons per completar-la. Quan els àtoms de silici s’uneixen els uns als altres, comparteixen els electrons de les últimes capes amb els àtoms veïns formant el que s’anomenen enllaços covalents, molt estables i forts. Aquestes agrupacions es duen a terme de forma ordenada donant lloc a un sòlid d’estructura cristal·lina.

De la mateixa forma que els electrons en un àtom no poden tenir qualsevol energia, els electrons en un cristall tampoc. No obstant, el que abans, en l'àtom, era un únic nivell, ara són agrupacions de nivells anomenades bandes d'energia. I de la mateixa manera que els últims nivells energètics d'un àtom defineixen les seves propietats químiques, les últimes bandes d'energia defineixen les propietats electròniques d'un cristall. Les dues últimes bandes ocupades (total o parcialment) per electrons reben el nom de banda de conducció (per la més energètica) i banda de valència [7].

A la figura 3.1.1.1. es mostren les diferències d'energia que hi ha entre les bandes de valència i les bandes de conducció en els tres tipus de materials: Conductor, semiconductor i aïllant.

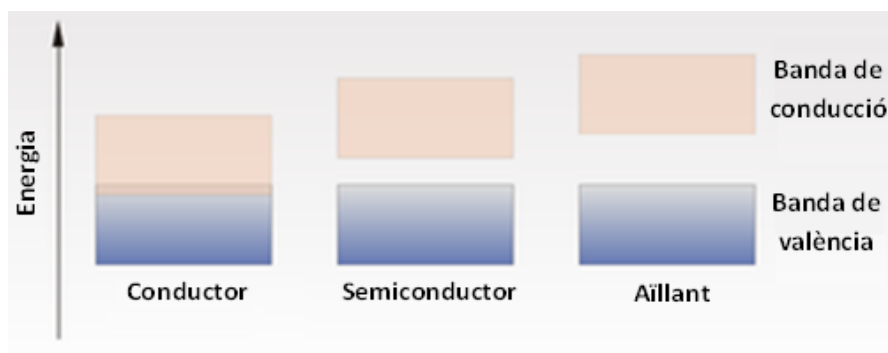


Figura 3.1.1.1. Separació de les bandes de conducció i valència.

Aquestes bandes estan separades per una energia E_g anomenada energia del Gap, que desenvolupa un paper principal a la teoria dels semiconductors.

Quan s'absorbeix un fotó, l'energia d'aquest es comunica a un electró de la xarxa cristal·lina. Normalment, aquest electró està a la banda de valència, i està fortament vinculat amb enllaços covalents que es formen entre els àtoms veïns.

El conjunt total dels enllaços covalents que formen la xarxa cristal·lina donen lloc al que s'anomena la banda de valència. Els electrons que pertanyen a aquesta banda són incapaçs de moure's més enllà de la banda, a no ser que se'ls proporcionï una energia determinada.

Si l'energia que el fotó li proporciona és capaç d'excitar-lo i promocionar-lo a la banda de conducció, que està buida, es podrà moure's amb relativa llibertat, utilitzant aquesta banda per desplaçar-se a través de l'interior del semiconductor. Ara bé, l'enllaç covalent del qual formava part l'electró, té ara un electró menys. Això es coneix com forat (reben un nom especial degut a que es comporten com si es tractessin de partícules amb càrrega positiva). La presència d'un enllaç covalent perdut permet als electrons veïns moure's cap a l'interior d'aquest forat, que produirà un nou forat al desplaçar-se l'electró del costat, i d'aquesta manera, i per un efecte de translacions successives, un forat pot desplaçar-se a través de la xarxa cristal·lina. Així doncs, es pot afirmar que els fotons absorbits pel semiconductor creen parells mòbils d'electrons-forats, tal com es representa a la figura 3.1.1.2.

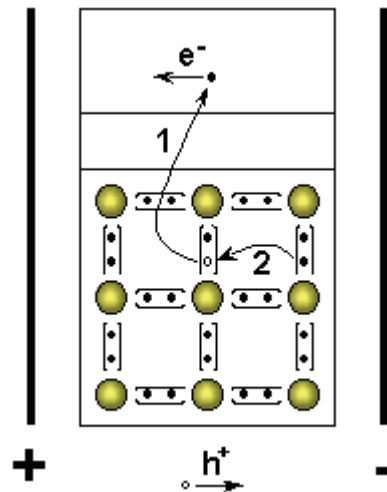


Figura 3.1.1.2. Salt d'un electró de la banda de valència a la de conducció amb la generació del forat corresponent.

Cal remarcar que els electrons que resten lligats als àtoms se'ls associa amb els nivells energètics corresponents a la banda de valència.

No tots els cristalls tenen unes bandes d'energia amb la disposició adequada per a què el material exhibeixi propietats semiconductor. Així, si $E_g=0$, es parla d'un cristall conductor. Ben al contrari, pot succeir que E_g sigui tan elevat que el nombre d'electrons (electrons amb energia suficient com per alliberar-se dels àtoms) sigui nul. En aquest cas es parla d'un cristall aïllant.

A la taula 3.1.1.1. es mostren els principals elements químics semiconductors. Fins fa poc temps, els elements semiconductors més emprats han estat el silici (Si) i el germani (Ge), però bé que, en la darrera dècada, ha entrat amb molta força el titani, especialment en forma de diòxid (TiO₂) [8].

Taula 3.1.1.1. *Principals elements químics amb característiques semiconductores emprats en aplicacions industrials.*

ELEMENT	GRUP	ELECTRONS EN L'ÚLTIMA CAPA
Cd	12	2 e ⁻
Al, Ga, B, In	13	3 e ⁻
Si, C, Ge	14	4 e ⁻
P, As, Sb	15	5 e ⁻
Se, Te, S	16	6 e ⁻

3.2. TIPUS DE SEMICONDUCTORS

Segons la puresa dels materials, hi poden haver 3 tipus de semiconductors:

- a) Intrínsecs.
- b) Extrínsecs.
 - Tipus P.
 - Tipus N.
- c) Díode.

A continuació s'exposen els tres semiconductors esmentats anteriorment.

3.2.1. INTRÍNSECS/EXTRÍNSECS

Es diu que un semiconductor és intrínsec quan es troba en estat pur, és a dir, que no conté cap impuresa, ni àtoms d'un altre tipus dins de la seva estructura. Ara bé, quan a l'estructura

molecular cristal·lina del silici (per exemple) se li introdueix certa alteració, aquests elements semiconductors permeten el pas del corrent elèctric a través seu en una sola direcció. Per a que això es pugui dur a terme, l'estructura molecular del semiconductor es dopa, és a dir, es barregen els àtoms de silici (per exemple) amb petites quantitats d'àtoms d'impureses. Una vegada dopats, el silici (per exemple) es converteix en un semiconductor extrínsec, de manera que és capaç de conduir el corrent elèctric.

Per a entendre els tipus de semiconductors esmentats anteriorment, és necessari entendre el concepte d'impuresa. Les impureses són defectes que s'introdueixen a través dels mètodes d'injecció o difusió que s'incorporen als semiconductors purs per a generar materials amb diverses propietats. El número d'impureses introduïdes és de l'ordre de les ppm (una part en un milió).

Un dels dopatges més habituals és la que es fa amb bor (B), àtom que només conté 5 electrons en la seva estructura electrònica, dels quals només tres pot emprar com electrons de valència. Altres àtoms amb només tres electrons de valència que també es fan servir són el gal·li (Ga) i l'indi (In). Quan s'introdueix un àtom d'aquestes característiques (cristall de silici, per exemple) es produeix una deficiència electrònica (resta un forat on hi hauria d'anar un electró). Aquest forat es mou fàcilment per l'estructura i actua com un portador de càrrega positiva. Per aquest motiu, aquest tipus d'impureses es coneixen com impureses de tipus P. A la figura 3.2.1.1. es mostra un exemple de dopatge tipus P.

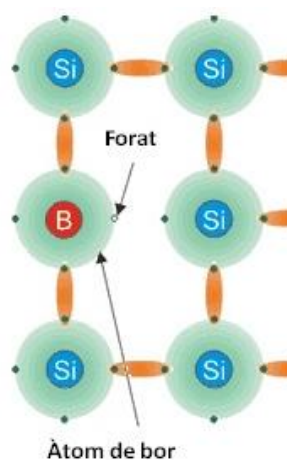


Figura 3.2.1.1. Esquema del dopatge tipus P.

En canvi, quan el dopatge es fa amb àtoms que contenen 5 electrons de valència com el fòsfor (P), l'arsènic (As) o l'antimoni (Sb) la situació és la inversa. El cinquè electró pot circular lliurement a través del material semiconductor. Com a conseqüència d'aquesta càrrega negativa, es parla d'un dopatge tipus N [9]. A la figura 3.2.1.2. es mostra un exemple de dopatge tipus N.

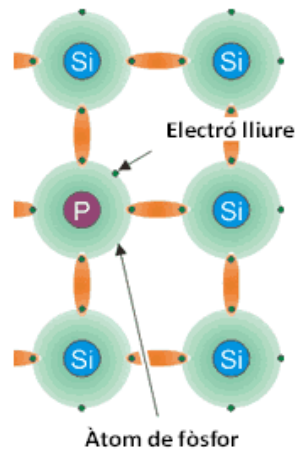


Figura 3.2.1.2. Esquema del dopatge tipus N.

3.2.2. EL DÍODE

El díode és un component electrònic que es basa en la unió de dos semiconductors extrínsecs, un del tipus P i un altre del tipus N. Quan s'uneixen els dos semiconductors, l'excés d'electrons del tipus N passen a formar part del tipus P, i els forats del tipus P es traslladen a la zona de tipus N.

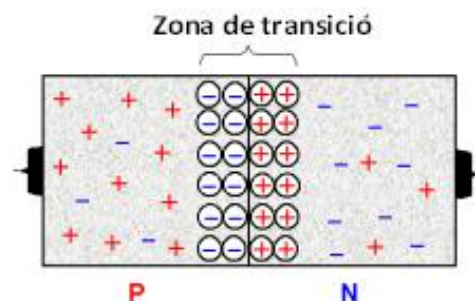


Figura 3.2.2.1. Esquema del díode.

D'aquesta manera es crea una franja anomenada zona de transició, el qual té un camp elèctric que es comporta com una barrera que s'oposa al pas de més electrons des de la zona N cap a la zona P i de forats des de la zona P cap a la zona N [7].

A la figura 3.2.2.2. es mostra el comportament del díode quan es connecta a una pila, de manera que el pol positiu es connecta al cristall P i el pol negatiu al N.

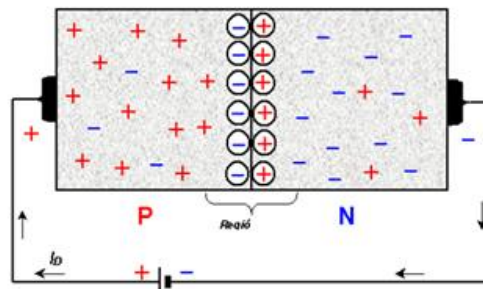


Figura 3.2.2.2. Connexió directa del díode a una pila (+P-N).

Aquesta connexió, que es coneix com polarització directa, fa que la zona de transició es torni molt més prima, fins al punt que es permet el pas del corrent elèctric. En canvi, quan la connexió entre la pila i el díode és a l'inrevés (vegeu la figura 3.2.2.3.) la zona de transició és molt més ampla, reforçant la barrera que para el pas al corrent, de manera que el díode no condueix.

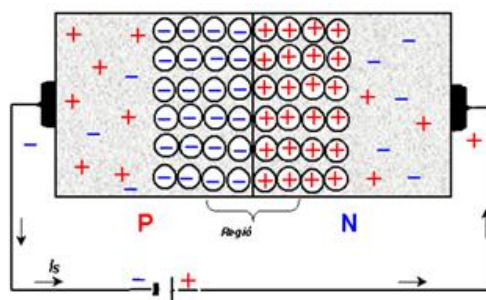


Figura 3.2.2.3. Connexió inversa del díode a una pila (+N-P).

El díode pot actuar com un interruptor tancat en polarització directa (tensió positiva, deixa passar corrent) o com un interruptor obert en polarització inversa (tensió negativa, no deixa passar corrent). El contacte amb el semiconductor tipus P (terminal positiu) s'anomena

ànode i es simbolitza amb un triangle. En canvi, el contacte amb el semiconductor tipus N (terminal negatiu) s'anomena càtode i es representa mitjançant una línia vertical, tal com es pot apreciar a la figura 3.2.2.4.

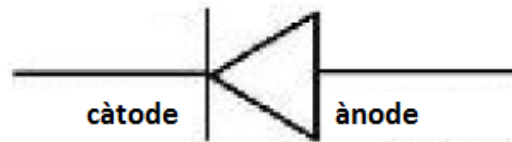


Figura 3.2.2.4. Representació esquemàtica d'un díode.

A les figures 3.2.2.5. i 3.2.2.6. es mostren, respectivament, les equivalències de les connexions directe i inversa d'un díode a una pila. En la connexió directa es representa el pas de corrent elèctric pel color groc, indicant la incandescència d'una bombeta. En canvi, en la figura 3.2.2.6. aquest color no hi apareix.

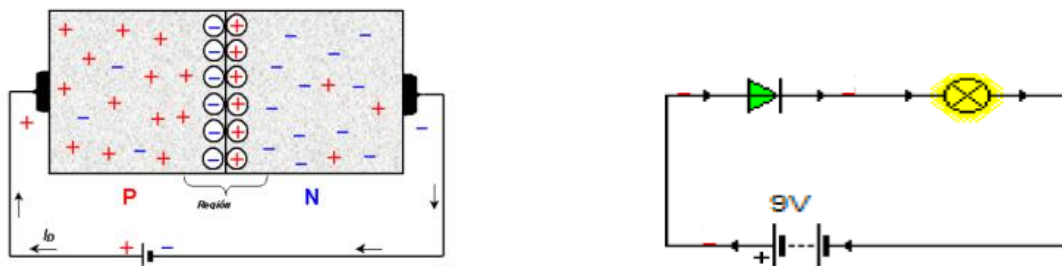


Figura 3.2.2.5. Representacions equivalents de la connexió directa d'un díode i una pila.

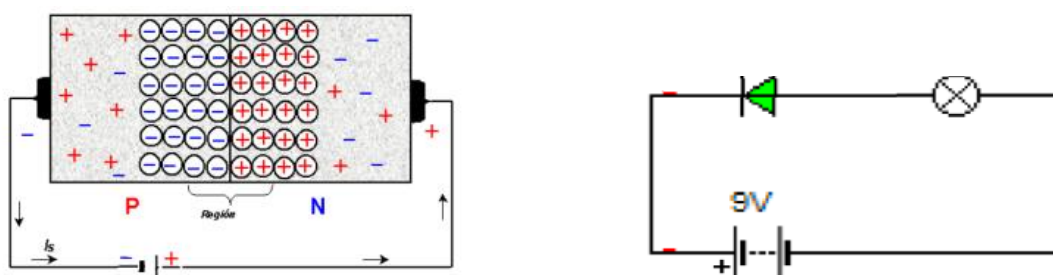


Figura 3.2.2.6. Representacions equivalents de la connexió indirecta d'un díode i una pila.

Cal indicar que cada model de díode té associada la denominada corba característica, que mesura la intensitat de corrent que travessa el díode en funció de la diferència de potencial (ddp) existent entre els seus dos extrems.

Tal com es pot apreciar a la figura 3.2.2.7. aquesta corba de resposta presenta dues zones ben diferenciades: La polarització directa i la polarització inversa.

La polarització directa (pas de corrent) es correspon amb la part dreta de la figura i s'hi pot apreciar com, d'entrada, el díode no deixa passar el corrent fins que no s'arriba a un valor mínim de ddp. Aquest mínim resta entre els 0,3 i 0,8 V, segons el model de díode considerat. Ara bé, a partir d'aquest moment (tensió umbral) el díode condueix fàcilment l'electricitat.

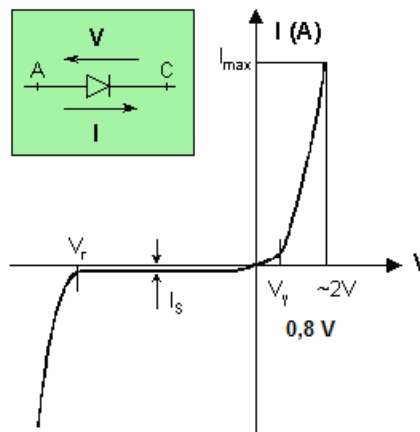


Figura 3.2.2.7. Comportament genèric d'un díode.

D'altra banda, en la part esquerra de la figura, es mostra la polarització inversa. En aquest cas, el díode no deixa passar el corrent elèctric fins que no s'arriba a una ddp molt elevada (normalment de 50 V). A partir d'aquest moment es produeix el pas de corrent.

Existeixen tres tipus de díodes:

- a) **Díode Zener:** És un díode especialment dissenyat per treballar sempre en inversa. S'utilitza per estabilitzar la tensió.
- b) **Díode LED:** Es tracta d'un díode emissor de llum. El càtode (+) és el contacte de menor longitud respecte l'ànode (-), tal com es pot apreciar a la figura 3.2.2.8.

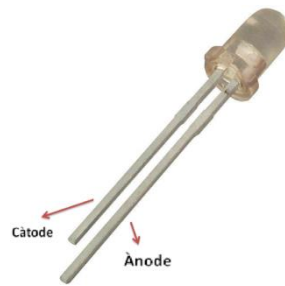


Figura 3.2.2.8. Esquema d'un LED.

- c) **Fotodíode:** A l'incidir la llum sobre aquest tipus de díode, s'incrementa la circulació de corrent en inversa.

4. ALDEHIDS I CETONES

En aquest capítol s'ha de mencionar una sèrie de fonts bibliogràfiques a través de les quals s'ha realitzat aquest document: "Saavedra, Guillermo. (2000). *Química Orgánica: Universidad de Concepción*", "Wilbraham, Antony C., Michael S. Matta. (1989). *Introducción a la química orgánica y biológica*; versió en espanyol de Luz Bascur R. y Jorge Medina C." i "Hart, H., Hart, D. J. y Craine, L. E. (2007). *Química Orgánica* (12^a edició): Editorial: Mc Graw Hill Interamericana, Madrid."

A continuació s'exposen les característiques i els mètodes per a detectar les cetones i les metil-etil-cetones (MEK) donat que es van utilitzar per a efectuar la part d'olors d'aquest treball. D'altra banda, es comenta la importància dels aldehids, tot i que no es van poder realitzar les experiències corresponents a la part d'olors, degut a la seva forta olor.

La Química Orgànica és aquella part de la Química que estudia els compostos que contenen carboni, no obstant això, no tots els compostos que contenen carboni són orgànics, com per exemple els carbonats, els carburs metàl·lics, el monòxid i el diòxid de carboni.

Existeixen agrupacions d'àtoms que els concedeixen als compostos orgànics les seves característiques químiques, o capacitat de reaccionar amb altres substàncies específiques. Aquests són els anomenats grups funcionals.

Tot i que la major part de les substàncies orgàniques només es componen de carboni, oxigen i hidrogen, es diferencien entre si per la manera en què estan enllaçats aquests elements, de manera que poden donar origen a diferents compostos que podran pertànyer a diferents grups funcionals.

En aquest capítol s'analitza un grup funcional: El grup carbonil en compostos de segon grau d'oxidació, és a dir, aldehids i cetones.

4.1. EL GRUP CARBONIL

El grup funcional conegut com a grup carbonil és un àtom de carboni unit a un àtom d'oxigen mitjança un doble enllaç. Aquest es troba, entre altres, en els compostos anomenats aldehids i cetones.

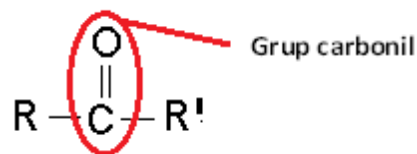


Figura 4.1.1. Esquema del grup carbonil.

En aquest cas, el grup carbonil (C=O) és l'únic grup funcional present, i segons la posició que ocupi en la cadena hidrocarbonada, diferencia els aldehids de les cetones. Així, en el cas dels aldehids, el grup carbonil es troba localitzat a l'extrem de la cadena hidrocarbonada. En canvi, en el cas de les cetones, resta en una posició intermèdia, la qual cosa és equivalent a dir que, en els aldehids, el carboni d'aquest grup funcional és primari, és a dir, el carboni del grup carbonil està unit a un carboni (excepte en el cas del formaldehid). Esquemàticament es representa per R-CHO (excepte el formaldehid H-CHO).

Habitualment, en els aldehids es considera que el grup carbonil s'uneix a un àtom d'hidrogen i a un radical alquil, amb excepció del formaldehid o metanal (el més simple dels aldehids).

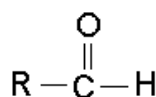


Figura 4.1.2. Estructura de l'esquelet d'un aldehid.

El formaldehid o metanal té la següent estructura:

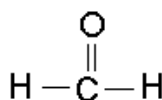


Figura 4.1.3. Estructura de l'esquelet del formaldehid.

Pel que fa a les cetones, el carbonil està unit a dos radicals que poden ser iguals o diferents. La fórmula abreujada d'una cetona és R-CO-R, la qual cosa es equivalent a dir que, en les

cetones, el carboni del grup carbonil és secundari, és a dir, està unit a dos carbonis (R-CO-R').

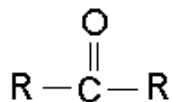


Figura 4.1.4. Estructura de l'esquelet d'una cetona.

Pel que fa a les cetones, quan el grup carbonil es troba unit a dos radicals hidrocarbonats iguals es consideren simètriques, mentre que si són diferents es consideren asimètriques.

Segons el tipus de radical hidrocarbonat unit al grup funcional, els aldehids poden ser: Alifàtics (R-CHO), i aromàtics (Ar-CHO). Mentre que les cetones es classifiquen en: Alifàtiques (R-CO-R'), aromàtiques (Ar-CO-Ar), i mixtes (R-CO-Ar), en funció que els dos radicals units al grup carboni siguin, respectivament: Alifàtics, aromàtics o un de cada classe.

4.2. REACCIONS DELS ALDEHIDS I CETONES

Com que ambdues estructures contenen el grup carbonil, la química dels aldehids i de les cetones és semblant. De fet, els aldehids i les cetones són molt reactius, per bé que els primers solen ser-ho més.

4.2.1. FORMACIÓ D'ALDEHIDS I CETONES PER OXIDACIÓ D'ALCOHOLS

Els alcohols primaris poden oxidar-se a aldehids i els alcohols secundaris a cetones. Aquestes oxidacions es presenten de la manera següent:

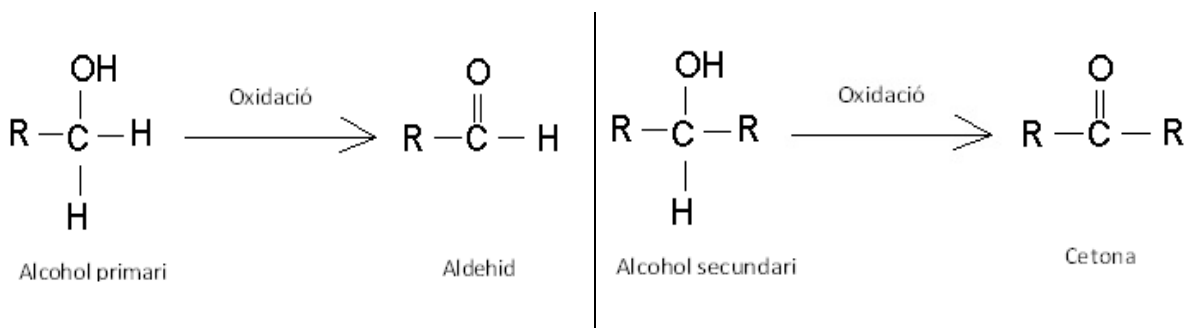


Figura 4.2.1.1. Esquema de la formació de l'aldehid i la cetona per oxidació d'un alcohol primari i un de secundari respectivament.

Els alcohols terciaris no s'oxiden, ja que no hi ha un hidrogen que pugui ser eliminat del carboni que suporta el grup hidroxil.

Les oxidacions dels alcohols primaris metanol i etanol, per escalfament a 50°C amb dicromat de potassi acidificat ($K_2Cr_2O_7$) produeixen formaldehid i acetaldehid, respectivament:

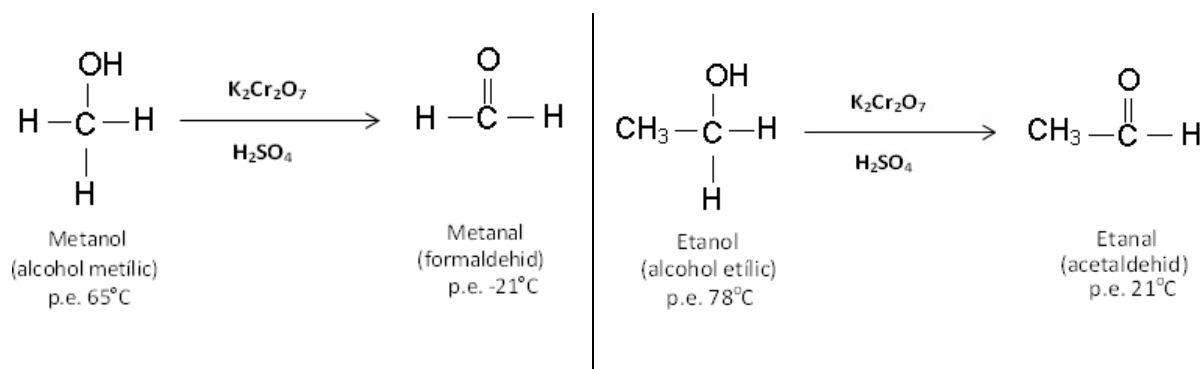


Figura 4.2.1.2. Esquema de la formació del formaldehid i l'acetaldehid, respectivament.

La preparació d'un aldehid per aquest mètode sol ser problemàtica, ja que els aldehids s'oxiden amb facilitat a àcids carboxílics:

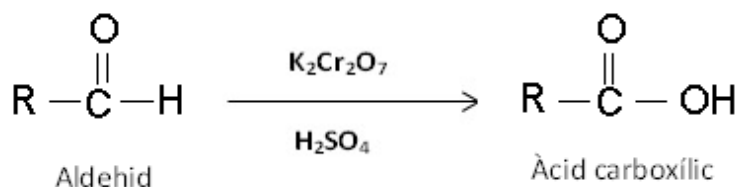


Figura 4.2.1.3. Esquema de la generació d'àcid carboxílic.

4.2.2. REACCIONS D'ADDICIÓ AL GRUP CARBONIL

Les reaccions més característiques per a aldehids i cetones són les reaccions d'addició nucleofílica. A l'oxigen del grup carbonil s'hi poden addicionar diferents nucleòfils, per bé que només els forts (Nu^-) ho fan de manera irreversible.

4.2.2.1. ADDICIÓ D'AIGUA

Els aldehids i les cetones manifesten molt poca tendència a addicionar aigua i formar composts estables ja que, respecte el grup carbonil, l'aigua és un nucleòfil feble (Nu^-):

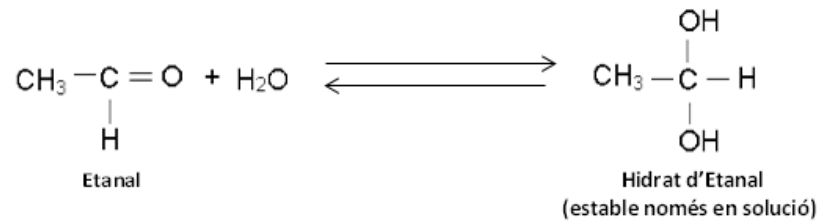


Figura 4.2.2.1.1. Esquema de la teòrica d'addició d'aigua a un aldehyd.

Només quan el grup carbonil està influenciat per altres àtoms molt electronegatius, com el clor, s'arriba a formar un hidrat estable, essent l'exemple més conegut l'hidrat de clorat:

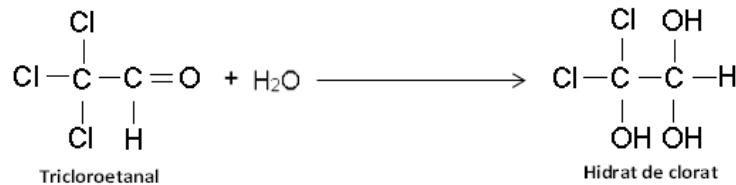


Figura 4.2.2.1.2. Esquema de formació de l'hidrat de clorat.

4.2.2.2. ADDICIÓ D'ALCOHOLS

Els aldehyds reaccionen amb els alcohols en presència d'àcid clorhídric (catalitzador), formant compostos d'addició inestable, anomenats hemiacetals, que per addició d'una altra molècula d'alcohol, forma un acetal:

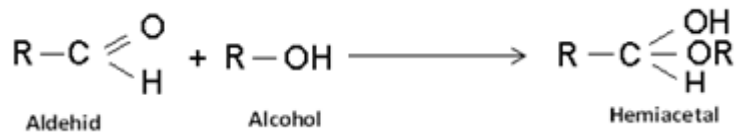


Figura 4.2.2.2.1. Esquema de l'addició d'un alcohol amb un aldehyd.

Les cetones donen reaccions d'addició similars per formar hemiacetals i acetals.

4.2.2.3. ADDICIÓ DEL REACTIU DE GRIGNARD

Al reaccionar amb un compost de Grignard, compost organometàl·lic de caràcter molt nucleofílic, el metanal dona lloc a la formació d'alcohols primaris, a diferència de la resta

dels altres aldehids que produeixen alcohols secundaris i de les cetones, que formen alcohols terciaris. En totes aquestes addicions, el grup Mg-halogen (la part electrofílica del compost de Grignard) s'addiciona a l'oxigen del grup carbonil, polaritzat negativament. En canvi, el radical alquil (la part nucleofílica del compost de Grignard) ho fa al carboni del grup carbonílic, polaritzat positivament:

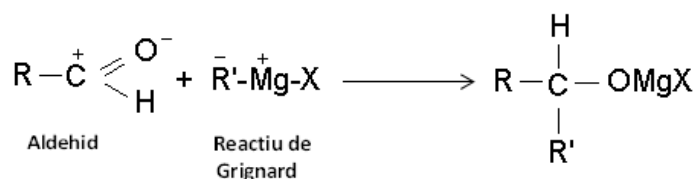


Figura 4.2.2.3.1. Esquema de l'addició d'un reactiu de Grignard amb un aldehyd.

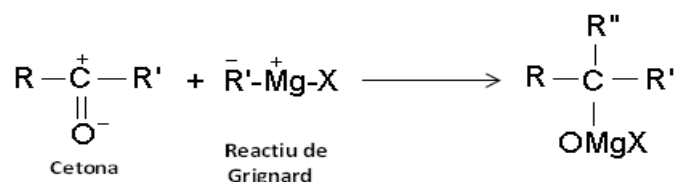


Figura 4.2.2.3.2. Esquema de l'addició d'un reactiu de Grignard amb una cetona.

4.2.3. FORMACIÓ D'ALCOHOLS PER REDUCCIÓ D'ALDEHIDS I CETONES

El grup carbonil dels aldehids i cetones pot reduir-se, donant alcohols primaris o secundaris, respectivament. Conceptualment, és la reacció inversa a la considerada al subapartat 4.2.1.

La reducció pot realitzar-se per acció de l'hidrogen molecular en contacte amb un metall finament dividit com Ni o Pt, que actuen com a catalitzadors. També poden hidrogenar-se (reduir-se) amb l'hidrogen obtingut per l'acció d'un àcid sobre un metall. Els aldehids, que provenen de l'oxidació d'alcohols primaris, retornen, mitjançant el procés de reducció, a l'estat d'alcohols primaris:

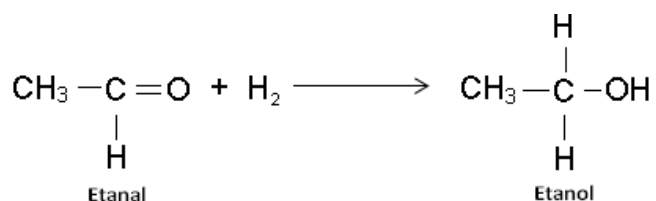


Figura 4.2.3.1. Esquema del pas d'aldehyd a alcohol primari addicionant hidrogen.

A la figura 4.2.3.1. es fa palesa de la denominació “aldehid” com acrònim de: “Alcohol deshidrogenat” ja que, en hidrogenar-lo es recupera l’alcohol.

D’altra banda, en les mateixes condicions, les cetones es transformen en alcohols secundaris:

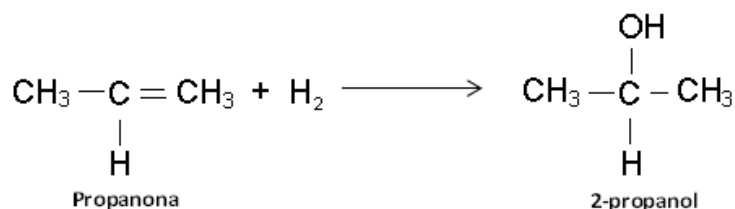


Figura 4.2.3.2. Esquema del pas de cetona a alcohol secundari adicionant hidrogen.

A la figura 4.2.3.3. es representa la relació biunívoca entre els compostos de primer i segon grau d’oxidació (alcohols versus aldehids i cetones):

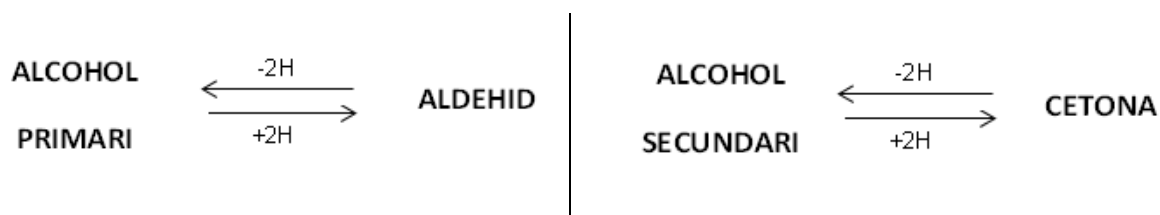


Figura 4.2.3.3. Esquema de la deshidrogenació dels alcohols i la hidrogenació dels aldehids i cetones, respectivament.

4.3. REACCIONS IDENTIFICATIVES D’ALDEHIDS I CETONES

Els aldehids i les cetones reaccionen amb una gran varietat de compostos tot i que, en general, els primers són més reactius que les cetones. De fet, s’ha aprofitat la facilitat amb que un aldehid pot oxidar-se per desenvolupar diverses proves visuals per a la seva identificació. Les proves de detecció d’aldehids més usades són les de Tollens, Benedict i Fehling.

A diferència dels aldehids, les cetones no s’oxiden per acció d’oxidants febles com les solucions de Benedict o de Fehling. No obstant això, les cetones que contenen un grup carbonil unit a un carboni que suporta un grup hidroxil donen proves positives amb els

reactius de Tollens, Benedict i Fehling. Aquests compostos es diuen alfa-hidroxialdehids i alfa-hidroxicetones, i les seves estructures generals són:

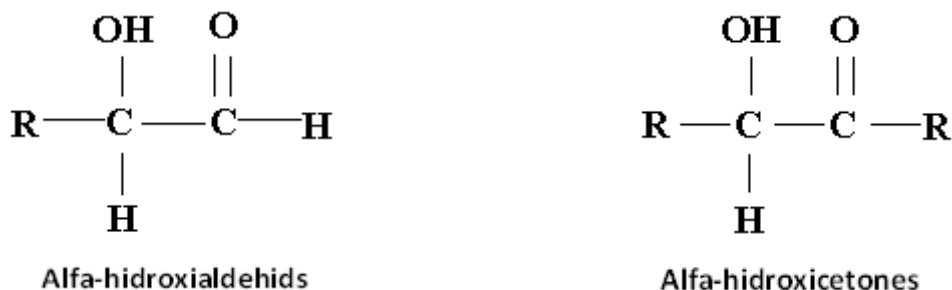


Figura 4.3.1. Esquema dels compostos alfa-hidroxialdehids i alfa-hidroxicetones respectivament.

A continuació s'explica les reaccions de Tollens, Benedict i Fehling:

4.3.1. PROVA DE TOLLENS

El reactiu de Tollens és una solució amoniacal de AgNO_3 , és a dir, $\text{Ag}(\text{NH}_3)\text{OH}$. L'agent d'oxidació usat en aquesta prova, és una solució alcalina de nitrat de plata (AgNO_3), és transparent i incolora. Els aldehids, els alfa-hidroxialdehids i les alfa-hidroxicetones, redueixen el reactiu de Tollens, formant un precipitat (mirall) de plata metàl·lica.

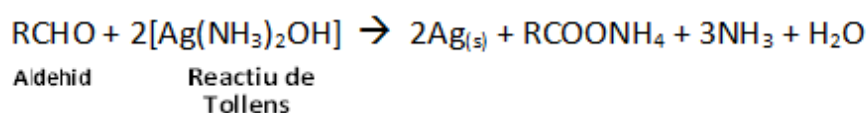


Figura 4.3.1.1. Esquema de la prova de Tollens.

El reactiu de Tollens està format per: AgNO_3 al 5%, unes gotes de NaOH al 10%, i una solució d'amoníac al 2%, que té la funció d'evitar la precipitació dels ions de plata que es produeix en medi alcalí mitjançant la formació d'un complex amoniacal soluble en aigua.

4.3.2. PROVA DE BENEDICT I FEHLING

Els reactius de Benedict i Fehling són solucions alcalines de sulfat de coure d'un color blau intens, de composicions lleugerament diferents. Quan s'oxida un aldehyd amb els reactius de Benedict i Fehling, s'obté un precipitat de color vermell brillant d'òxid cuprós (Cu₂O). La reacció amb acetaldehyd és:

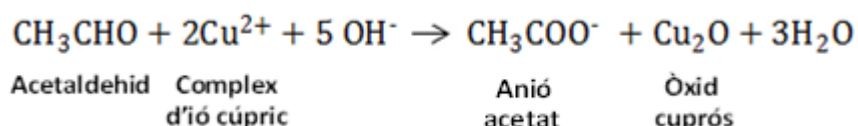


Figura 4.3.2.1. Esquema de la prova de Benedict i Fehling.

En medi bàsic, l'acetaldehyd s'oxida fins a acetat, i els ions cúprics (Cu⁺²) es redueixen a ions cuprosos (Cu⁺) que precipiten en forma d'òxid cuprós de color vermell.

El reactiu de Benedict està format per: Una sèrie de sals dissoltes en aigua destil·lada: Sulfat de coure hidratat (17,3 g), citrat de sodi (173,0 g) i carbonat de sodi anhidre (100 g).

El reactiu de Fehling està format per: Una solució de sulfat cúpric, una solució d'hidròxid de sodi i tartrat de sodi i potassi.

Ambdues proves es fonamenten en no deixar precipitar el Cu (II) en medi alcalí mitjançant la formació d'un complex (citrat, tartrat), respectivament.

A continuació es mostra la prova de Brady. Es tracta d'un test per a detectar tant cetones com aldehyds.

4.3.3. PROVA DE BRADY O PROVA DE LA 2,4-DINITROFENILHIDRACINA

Tant els aldehyds com les cetones presenten una reacció característica amb la 2,4-dinitrofenilhidracina per donar les corresponents hidrazones que constitueixen un precipitat vermell-taronja, la qual cosa permet evidenciar la seva presència:

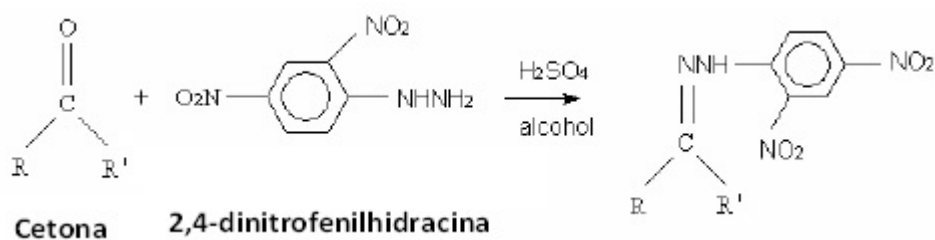


Figura 4.3.3.1. Esquema de la prova de Brady.

El reactiu de Brady està format per: 3 g de 2,4-dinitrofenilhidracina en 15 ml d'àcid sulfúric concentrat. Aquesta solució s'agrega agitant a una solució de 20 ml d'aigua i 70 ml d'etanol al 95%.

4.4. CARACTERÍSTIQUES DELS ALDEHIDS I CETONES

L'acetona (CH_3COCH_3) és la cetona més simple i la més important des de el punt de vista industrial. És un líquid incolor i volàtil que bull a 56°C . S'utilitza com a dissolvent de resines, plàstics i vernissos, i és miscible amb aigua en totes les proporcions. Es produeix en el cos humà com un subproducte del metabolisme dels greixos. La seva concentració normal és menor d'1 mg/100 ml de sang.

Tant els aldehyds com les cetones poden formar enllaços d'hidrogen amb les molècules polars de l'aigua. Els primers membres d'ambdues sèries (formaldehid, acetaldehid i acetona) són solubles en aigua en totes les proporcions. A mesura que augmenta la longitud de la cadena de l'hidrocarbur, minva la solubilitat en aigua. De fet, quan la cadena carbonada és superior a cinc o sis carbonis, la solubilitat dels aldehyds i de les cetones és molt baixa. Cal destacar, però, que tots els aldehyds i cetones són solubles en solvents no polars.

Les propietats físiques i químiques dels aldehyds i les cetones estan influïdes per la gran polaritat del grup carbonil. Les molècules d'aldehyds i cetones es poden absorbir entre si mitjançant interaccions polar-polar. Aquests compostos tenen punts d'ebullició més alts que els corresponents alcans, però més baixos que els alcohols amb el mateix nombre d'àtoms de carboni.

Molts aldehids i cetones tenen aplicacions importants. Els compostos industrials més importants són el formaldehid (formalina) i l'acetaldehid. El benzaldehid, el cinamaldehid i la vainilla, són alguns dels molts aldehids i cetones que tenen olors fragants.

4.4.1. METIL-ETIL-CETONA

La metil-etil-cetona (MEK) forma part de la família de les cetones. S'utilitza com a dissolvent en processos industrials en que es fan servir, entre altres productes, gomes, resines, acetat de cel·lulosa, i nitrat de cel·lulosa.

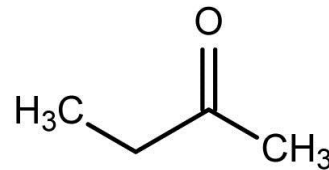


Figura 4.4.1.1. Estructura de l'esquelet de la metil etil cetona (MEK).

D'altra banda, s'usa en la indústria del cautxú sintètic, en la producció de cera de parafina, i en productes per a la llar (com la laca, vernissos, removedor de pintura, i coles) [10]. La naturalesa desengreixant i de neteja de la MEK fan que aquest producte químic sigui un ingredient principal dels netejadors del carburador.

La MEK està present en l'entorn de fonts naturals com els arbres i falgueres. Es troba en alguns productes lactis (iogurt i formatge), fruites i verdures. No presenta una amenaça per al medi ambient donada la seva baixa toxicitat, alta volatilitat i completa solubilitat en aigua. Cal destacar que és altament inflamable amb una alta pressió de vapor. Es degrada ràpidament en presència d'aigua, sòl i aire [11].

La metil-etil-cetona a diferència de l'acetona, té uns límits d'olor més baixos, de 16 ppm, en canvi l'acetona és de 62 ppm. D'altra banda, la MEK té uns límits d'exposició en l'aire menors que els de l'acetona. Per a un període d'exposició de 10 hores, els límits d'exposició acceptats són entre 200 i 300 ppm per a la MEK, i entre 500 i 700 ppm per l'acetona, la qual cosa confirma que la metil-etil-cetona és més nociva que no pas l'acetona [13, 14].

4.4.1.1. IDENTIFICACIÓ DE LA METIL-ETIL-CETONA (MEK)

A continuació es mostra la prova del iodoform que s'utilitza per a verificar la presència de la MEK i, en general, de totes les metil-cetones.

4.4.1.1.1. PROVA DEL IODOFORM

Aquesta prova és positiva per a les metil-cetones ($R\text{-CO-CH}_3$) i alcohols precursors del tipus estructural ($R\text{-CH(OH)-CH}_3$), ($R=H$, alquil). L'únic aldehyd que dona positiva la prova és l'acetaldehyd ($H\text{-CO-CH}_3$). Quan la metil-etil-cetona reacciona amb l'hidròxid de sodi (NaOH), i s'afegeix la solució de iodoform, s'obté un precipitat de color groguenc (iodoform). A continuació es mostra la reacció genèrica que permet la identificació de les metil-cetones:

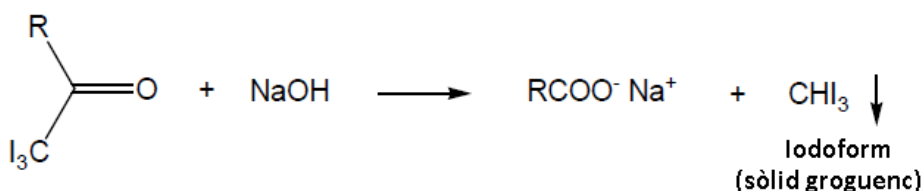
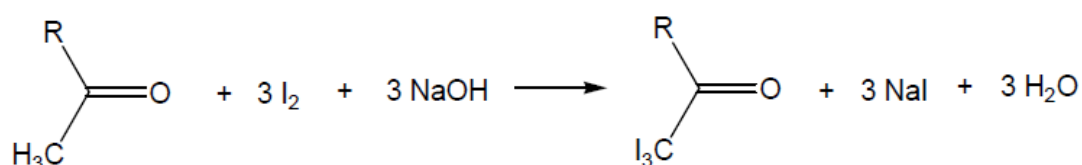


Figura 4.4.1.1.1.1. Mecanisme de reacció acceptat per a la formació del iodoform.

Habitualment es fa servir una dissolució de: 1 g de iode, 4 g de iodur de potassi, en 100 ml d'aigua destil·lada.

5. ELS RADICALS LLIURES

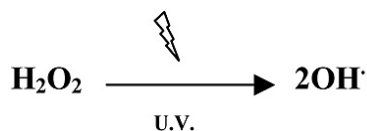
Els radicals lliures són espècies químiques (àtoms, grup d'àtoms i molècules) que contenen un o més electrons desaparellats en l'orbital més perifèric d'alguns dels seus components (habitualment oxigen o nitrogen). Aquests radicals, neutres, presenten una gran reactivitat química, ja que busquen incorporar l'electró que necessiten a partir d'altres compostos. En general, com més simple és la seva estructura molecular més breu és la vida del radical lliure [14].

Els radicals lliures han estat un concepte clau en aquest projecte, degut a que es troben dins dels processos d'oxidació avançada, com en el cas de la reacció entre l'ozó i el peròxid d'hidrogen, on es forma el radical hidroxil (OH \cdot), s'explica en detall en el capítol 1.

D'altra banda, en una de les parts experimentals d'aquest projecte es va treballar amb l'oli d'oliva, el qual conté àcids grassos insaturats, que es separen en dos grups: Monoinsaturats i poliinsaturats. D'aquests, els àcids poliinsaturats reaccionen abans que no pas els monoinsaturats com a conseqüència de l'elevada reactivitat dels dobles enllaços C=C.

De fet, a partir de la degradació dels dobles enllaços C=C s'afavoreix la formació dels radicals lliures. Mitjançant un procés radicalari l'oli inicial es degrada (es torna ranci). Com a conseqüència d'aquesta oxidació, l'oli enrancit adquireix un mal sabor i olor a causa dels compostos volàtils que es generen [15].

Un exemple típic és el cas del radical hidroxil (OH \cdot) que pot ser generat a partir de l'aigua oxigenada, tal i com s'observa a l'equació 5.



(5)

A continuació es mostren els radicals lliures més comuns en els organismes vius [16]:

Taula 5.1. Radicals lliures oxigenats (amb oxigen) més comuns en els organismes vius.

ÈSPECIE	NOM COMÚ
HO^\cdot	Radical hidroxil
HOO^\cdot	Radical hidroperoxil
$\text{O}_2^{\cdot\cdot}$	Anió superòxid (estrictament no és un radical)
RO^\cdot	Radical alcoxil
ROO^\cdot	Radical peroxil
NO^\cdot	Òxid nítric

6. BIOQUÍMICA

6.1. ESTUDI BIOQUÍMIC

Aquest capítol inclou la darrera fase del projecte, la qual es va realitzar en el Laboratori de Microbiologia Sanitària i Mediambiental (LMSM) de la UPC.

Es va procedir a fer una avaluació microbiològica del filtre recobert d'una capa de diòxid de titani (TiO_2) i titani (Ti), per tal de comprovar si aconseguia reduir la càrrega microbiana. A tal efecte, es van fer servir diferents microorganismes: Fongs i bacteris.

El grup de fongs que es van estudiar va ser:

- *Penicilium funiculosum*.
- *Aspergillus niger*.
- *Aspergillus flavus*.

D'altra banda, el grup de bacteris va ser:

- *Escherichia coli*.
- *Staphylococcus aureus*.
- *Pseudomonas aeruginosa*.

6.2. RESULTATS DE L'ESTUDI

Pel que fa als bacteris, els resultats que es van obtenir van ser:

- Respecte les mostres control, el tractament que presentà una major eficàcia antibacteriana va ser el que combinà Ti + TiO_2 + radiació de llum ultraviolada (UV) de 254 nm.

- El tractament únic amb llum UV de 254 nm i únic amb Ti + TiO₂ també presentaren una reducció del creixement bacterià.
- S'observà una clara diferència en la reducció bacteriana generada per la llum UV, quan es va fer servir una làmpada fluorescent en comparació amb la de les plaques tractades amb LEDs UV de 380 nm.
- Dins del grup de plaques tractades amb els LEDs UV 380 nm es va detectar una millor eficàcia antibacteriana en aquelles que, a més a més, incorporaven tractament amb Ti + TiO₂.

Pel que fa als fongs:

- Els cultius tractats amb Ti + TiO₂ i/o llum UV 254 nm són els que van presentar una reducció significativa del creixement respecte el control.
- Les plaques tractades amb LEDs UV 380 nm van presentar una inhibició del creixement fúngic menor que la que van presentar les plaques tractades amb fluorescent de llum UV 254 nm.

En general, es va concloure que el tractament antimicrobià que combinà Ti + TiO₂ i LEDs UV 380 nm va ser efectiu tant per a bacteris com per a fongs, i es recomanà incrementar el temps d'exposició així com incrementar a sis el número de LEDs UV 380 nm, en el cas que es volgués substituir el llum fluorescent UV.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Uam, *Cromatografía en capa fina*. Consultat el: 10-05-2014. Disponible a: <http://www.uam.es/docencia/jppid/documentos/practicas/actuales/guion-p6.pdf>
- [2] Instituto Tecnológico de Tijuana, *Práctica 2: Cromatografía en capa fina*. Consultat el: 10-05-2014. Disponible a: https://docs.google.com/document/preview?hgd=1&id=1R7GS8li5_2kff36L16ZaTURvD3EQQld9SMzCINS9Qq8&pli=1
- [3] Universidad de Almeria, Tesis Doctoral, *Purificación de Ácido Eicosapentaenoico (EPA) Mediante Reacciones Enzimáticas*. Consultat el: 05-05-2014. Disponible a: <file:///C:/Users/HP/Downloads/MEMORIA%20AMB%20CCF%20UTIL%20150.pdf>
- [4] Iessantvicent, *Reaccions De Transferència Electrònica*. Consultat el: 20-05-2014. Disponible a: http://www.iessantvicent.com/departament/fisica/docs/quimica/Unitat_7_Reaccionsdetransfelectrons.pdf
- [5] Gybugandofisica, *Reacciones Redox*. Consultat el: 22-05-2014. Disponible a: http://gybugandofisica.scienceontheweb.net/Materiales/Reacciones_redox_Organica.pdf
- [6] Fqjmr Ramirez, *Reacciones Ácido-Base*. Consultat el: 23-05-2014. Disponible a: <http://fqjmr Ramirez.wikispaces.com/file/view/%C3%81cido-Base.pdf>
- [7] Iesvillalbahervastecnologia, *Materiales Semiconductores*. Consultat el: 23-05-2014. Disponible a: <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2008/04/materiales-semiconductores.pdf>
- [8] TesisUson, *Los Materiales Semiconductores*. Consultat el: 23-05-2014. Disponible a: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10343/Capitulo2.pdf>
- [9] Uned, *Semiconductores*. Consultat el: 23-05-2014. Disponible a: http://www.uned.es/ca-bergara/ppropias/Morillo/web_et_dig/02_semiconduc/diodos.pdf

- [10] Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.. *Actualizado Efectos sobre la salud Evaluación de metil etil cetona*. EPA/600/8-89/093. Criterios Ambientales y Oficina de Evaluación, Oficina de Salud y Evaluación Ambiental, Oficina de Investigación y Desarrollo, Cincinnati, OH. 1990.
- [11] Exxonmobilchemical, *MEK (Methyl Ethyl Ketone)*. Consultat el: 24-05-2014. Disponible a: <http://www.exxonmobilchemical.com/Chem-English/Files/Resources/mek-product-safety-summary.pdf>
- [12] Udec, *Acetona*. Consultat el: 24-05-2014. Disponible a: <http://www2.udec.cl/matpel/sustanciaspdf/a/ACETONA.pdf>
- [13] NjGov, *Metil-Etil-Cetona*. Consultat el: 24-05-2014. Disponible a: <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1258sp.pdf>
- [14] Publicacionsiec, *Els radicals lliures*. Consultat el: 10-09-2014. Disponible a: <http://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000202/00000075.pdf>
- [15] Illesbalearsqualitat, *L'oli d'oliva*. Consultat el: 21-07-2014. Disponible a: <http://www.illesbalearsqualitat.es/iquafront/archivo/1487603;jsessionid=CF40776EB1AFA1974695B062DDB2F5CF?nom=%20Oli.pdf&mime=application%2Fpdf>
- [16] Revistesiec, *Els radicals lliures*. Consultat el: 10-09-2014. Disponible a: <http://revistes.iec.cat/index.php/TECA/article/viewFile/78157/77906>

8. NORMATIVA I FITXES DE SEGURETAT

En aquest capítol s'inclouen les fitxes tècniques de seguretat dels químics que s'han utilitzat en la part experimental de greixos i olis. A part s'incorpora la norma original UNE-EN 61591:1997 de la part d'olors. D'altra banda, s'afegeix un PDF on s'inclou un exemple de la part experimental de fums, per tal d'observar que es van fer 10 repeticions per a cada prova, i per saber què era el que mostrava el software dissenyat per a detectar el fum.

Octubre 1998

TÍTULO

Campanas de cocina para uso doméstico

Métodos de medida de la aptitud para la función

Household range hoods. Methods for measuring performance.

Hottes de cuisine à usage domestique. Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61591 de septiembre 1997, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 61591:1997.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 213 *Electrodomésticos* cuya Secretaría desempeña ANFEL.

ICS 97.040.20

Descriptores: Aparato electrodoméstico, campana de aspiración, medida, característica de funcionamiento.

Versión en español

Campanas de cocina para uso doméstico
Métodos de medida de la aptitud para la función
(CEI 61591:1997)

Household range hoods. Methods for
measuring performance.
(IEC 61591:1997)

Hottes de cuisine à usage domestique.
Méthodes de mesure de l'aptitude à la
fonction.
(CEI 61591:1997)

Haushalt-Dunstabzugshauben Verfahren
zur Messung der Gebrauchseigenschaft.
(IEC 61591:1997)

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1997-07-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

© 1997 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

ANTECEDENTES

El texto del documento 59/171/FDIS, futura primera edición de CEI 61591, preparada por el comité técnico 59 de CEI, Aptitud para la función de los aparatos electrodomésticos, fue sometida al procedimiento de voto paralelo de CEI-CENELEC y fue aprobada por CENELEC como EN 61591 el 1 de julio de 1997.

Las siguientes fechas son aplicables:

- Fecha límite en la que la norma EN debe ser adoptada en el ámbito nacional por la publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación (dop) 1998-04-01
- Fecha de retirada de normas nacionales divergentes (dow) 1998-04-01

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 61591:1997 fue aprobada por CENELEC como norma europea sin modificaciones.

ÍNDICE

	Página
Capítulos	
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 DEFINICIONES.....	6
4 CLASIFICACIÓN.....	7
5 LISTA DE ENSAYOS.....	7
6 CONDICIONES GENERALES PARA LOS ENSAYOS	7
7 DIMENSIONES TOTALES.....	8
8 ÁREA MÁXIMA ÚTIL DE EXTRACCIÓN.....	8
9 LONGITUD DEL CABLE DE ALIMENTACIÓN.....	8
10 MASA DE LA CAMPANA.....	8
11 CAUDAL DE AIRE	8
12 ABSORCIÓN DE GRASAS	9
13 EXTRACCIÓN DE OLORES.....	10
14 EFECTIVIDAD DE LA LUZ DE LA COCINA.....	11
15 MANTENIMIENTO	11
16 OTRAS CARACTERÍSTICAS.....	12
Figuras	
1 Medida de caudal del aire.....	12
2 Curva de presión/caudal de aire.....	12
3 Disposición de ensayo de la absorción de grasas.....	13
4 Ejemplo de una habitación de ensayo.....	14

Campanas de cocina para uso doméstico Métodos de medida de la aptitud para la función

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma internacional se aplica a las campanas de cocina que incorporan un ventilador para la recirculación o la eliminación forzada del aire, colocadas sobre una encimera en el interior de una cocina de uso doméstico.

Esta norma define características principales de la aptitud para la función de la campana extractora y especifica los métodos de medida de estas características, para información del usuario.

Esta norma no especifica ningún valor requerido para las características funcionales.

NOTA – Esta norma no tiene en cuenta:

- Requerimientos de seguridad (CEI 60335-2-31)¹⁾;
- Ruidos acústicos.

2 NORMAS PARA CONSULTA

La(s) norma(s) que a continuación se relaciona(n) contiene(n) disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación la(s) edición(es) indicada(s) estaba(n) en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las(s) norma(s) indicada(s) a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

ISO 5167-1:1991 – *Medición del caudal de fluidos mediante aparatos de presión diferencial. Parte 1: Diafragmas, toberas y tubos de venturi intercalados en conducciones en carga de sección circular.*

3 DEFINICIONES

Con motivo de esta norma internacional, se aplican las siguientes definiciones.

3.1 campana de cocina: Aparato instalado sobre la cocina y por donde pasa el aire contaminado para ser eliminado de la habitación.

3.2 campana de cocina con recirculación de aire: Campana de cocina con filtros para la eliminación de la contaminación, tras lo cual el aire limpio será descargado de vuelta a la habitación.

3.3 campana de cocina con extracción de aire: Campana que evacua el aire recuperado al exterior del edificio por medio de un filtro.

3.4 tensión asignada: Tensión asignada a la campana por el fabricante.

3.5 coeficiente de absorción de las grasas: Porcentaje de grasas retenidas en el interior de un filtro.

3.6 coeficiente de reducción de olores: Capacidad de la campana de reducir los olores.

1) CEI 60335-2-31:1995 – *Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para las campanas de cocina.*

3.7 tiempo de dispersión de olores: Tiempo tomado para reducir los olores hasta un nivel definido después de que la fuente que genera los olores haya sido retirada.

4 CLASIFICACIÓN

De acuerdo al tipo:

- Campana de cocina con recirculación de aire.
- Campana de cocina con extracción de aire.

NOTA - Una campana puede estar diseñada para incorporar ambos tipos.

5 LISTA DE ENSAYOS

La aptitud para la función está determinada por medio de las siguientes acotaciones:

- dimensiones totales;
- área máxima útil de extracción;
- longitud del cable de alimentación;
- masa;
- caudal de aire;
- capacidad de absorción de las grasas;
- capacidad de extracción de olores;
- eficacia de la luz de la cocina;
- mantenimiento;
- características.

6 CONDICIONES GENERALES PARA LOS ENSAYOS

A menos que se especifique lo contrario, los ensayos deben realizarse bajo las siguientes condiciones.

6.1 Habitación de ensayo

Los ensayos son llevados a cabo en un local sin corrientes de aire. La temperatura ambiente de la habitación debe mantenerse en $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.2 Instalación

La campana de cocina se instala de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

6.3 Tensión de alimentación

La campana es alimentada a la tensión asignada $\pm 1\%$.

Si está especificado por el fabricante de la campana un rango de tensiones, la alimentación debe ser a la tensión nominal del país al que el aparato está destinado. En este caso, la tensión de ensayo debe indicarse en el informe.

6.4 Filtros

La campana está equipada con filtros nuevos para cada ensayo de los capítulos 12 y 13.

6.5 Control del ventilador

Los ensayos son efectuados con el cuadro de mandos de cada ventilador en la posición máxima en uso normal.

NOTAS

- 1 Si se incorpora una función intensiva, no se tendrá en cuenta.
- 2 Una función intensiva es la posición de un cuadro de mandos, de uso ocasional, que implica una velocidad superior del ventilador, temporalmente.

7 DIMENSIONES TOTALES

Se determinan las dimensiones totales de la campana. La longitud, el fondo y la altura, incluyendo cualquier mando de control u otros salientes, se determinan en milímetros. Las dimensiones de la campana en la posición de almacenamiento son igualmente medidas, si éstas varían.

Para las campanas de extracción de aire, el diámetro de la salida del aire se mide y se indica.

8 ÁREA MÁXIMA ÚTIL DE EXTRACCIÓN

La longitud y el fondo total de la proyección de la superficie limitada por el contorno horizontal de la campana es medida e indicada en milímetros. Cualquier visor extensible será abierto totalmente y el área incrementada se incluye en las dimensiones.

9 LONGITUD DEL CABLE DE ALIMENTACIÓN

La distancia entre los puntos de entrada del cable en la campana y el enchufe se miden e indican en metros, redondeando a 0,05 m más próximo.

Se indica si está prevista una conexión directa de la campana al cableado fijo.

10 MASA DE LA CAMPANA

La masa de la campana, incluyendo cualquier filtro, cable de alimentación y enchufe, se mide y se indica en kilogramos, redondeando a 0,1 kg más próximo.

11 CAUDAL DE AIRE

El caudal de aire se mide de acuerdo al método establecido en ISO 5167-1.

La salida de aire de la campana se conecta a una cámara de compensación de presión (véase figura 1). El aire pasa a través de un ventilador auxiliar y un deflector. Una placa de orificios, u otro dispositivo apropiado se incorpora para medir la presión dinámica, para el cálculo del caudal de aire. Se suministran los medios para la medida de la presión estática en la cámara de compensación.

La campana se pone en funcionamiento y mediante un cuidadoso ajuste del ventilador auxiliar o del deflector se determina el caudal de aire a varias presiones.

Los ensayos se realizan con los mandos colocados en la posición más alta y más baja.

El caudal de aire de la campana con recirculación de aire se determina cuando la presión en la cámara de compensación corresponde a la presión ambiente.

El caudal de aire de la campana con extracción de aire se determina por una evacuación en los conductos que generan una disminución de presión de 15 Pa ó 30 Pa, para un caudal de 200 m³/h.

NOTA 1 – Se determina la curva de presión/caudal de aire de la campana ensayada.

La figura 2 muestra la curva de presión/caudal de aire para conductos de salida de valores nominales, una curva típica para una campana y los caudales de aire obtenidos.

El caudal de aire está determinado por los puntos de trabajo 1 y 2 para ambas velocidades del ventilador, ajustado a una temperatura de 20 °C y a una presión de 1 013 hPa.

El caudal de aire se determina en m³/h.

NOTA 2 – Los puntos de trabajo alternativos que corresponden a otras caídas de presión pueden ser especificadas en su lugar, en cuyo caso la caída de presión debe estar indicada en el informe.

12 ABSORCIÓN DE GRASAS

Este ensayo se usa para medir la eficacia del filtro de grasas.

La masa de la campana se determina sin el filtro de grasas y sin el filtro de extracción de olores de las campanas con recirculación de aire. La masa del filtro de grasas se determina separadamente, inmediatamente después de secarlo. Se instala la campana en una cámara de modo que todo el aire de la cámara pase a través de ella.

La salida de aire de la campana se conecta a un filtro absoluto que tenga una eficiencia de recogida de, al menos, un 99,995%. El filtro absoluto es secado y pesado inmediatamente; después se instala en la cámara de ensayos, con sus laterales cerrados herméticamente a las paredes de dicha cámara. La salida de aire desde la cámara está conectada a un ventilador auxiliar para controlar de la presión. La disposición de la cámara de ensayos se muestra en la figura 3.

Para secar los filtros, se sitúan en una cabina durante 1 hora a una temperatura de 50 °C.

NOTA 1 – En caso de duda, el filtro se secará de nuevo durante 3 horas, tiempo en el que la masa no debería reducirse más de 0,5g.

Una encimera apropiada se coloca aproximadamente a 600 mm desde la parte más baja de la campana. Se utiliza una cacerola para calentar de diámetro 200 mm ± 20 mm y una altura aproximada de 125 mm. El interior de la base de la cacerola se mantendrá a una temperatura de 250 °C ± 5 °C.

La campana se pone en funcionamiento en la posición de control más alta, ignorando cualquier posición intensiva. El ventilador auxiliar se ajusta para que la presión sobre la campana con extracción de aire corresponda con el punto de trabajo 1 (véase figura 2). La presión sobre la campana con recirculación de aire se ajusta para el caudal de aire medido durante el ensayo del capítulo 11.

NOTA 2 – Si se ha determinado un punto de trabajo alternativo para el ensayo del capítulo 11, se usa en vez del punto 1.

Aceite de maíz con una viscosidad de 80 cSt ± 5 cSt a 20 °C se añade gota a gota sobre la cacerola caliente a razón de 1,6 ml/min junto con agua, que es vertida gota a gota a razón de 2,3 ml/min. Los puntos desde donde el aceite y el agua se echan están separados 10 mm ± 0,5 mm. La posición de la cacerola respecto a los suministros de aceite y agua se muestra también en la figura 3.

NOTA 3 – La frecuencia del goteo es aproximadamente de 45 por minuto para el aceite y de 80 por minuto para el agua.

El ensayo se lleva a cabo 30 minutos después de que el suministro del aceite y del agua se pare y la cocina se apague. La campana será apagada 10 minutos más tarde.

La campana se pesa otra vez después de retirar el filtro de las grasas y se determina la masa de aceite retenida. El filtro de las grasas y el filtro absoluto son colocados en una cabina durante una hora a una temperatura de 50 °C e inmediatamente después se pesan y se determina la masa de aceite que contienen.

La masa debe ser pesada con una precisión de $\pm 0,1$ g.

NOTA 4 – El aceite que gotea desde el filtro durante el proceso de secado se añade a la masa determinada.

El factor g_f de absorción de grasas se calcula en porcentaje por medio de la siguiente fórmula:

$$g_f = \frac{w_g}{w_r + w_t + w_g} \times 100$$

donde

w_g es la masa del aceite en el filtro de grasas;

w_r es la masa del aceite retenido en el conducto de aire de la campana;

w_t es la masa del aceite retenido en el filtro absoluto.

El ensayo se realiza dos veces y el promedio de ambos valores determina el factor de absorción de grasas.

13 EXTRACCIÓN DE OLORES

Este método se usa para valorar la eficacia de los filtros de obras de las campanas con recirculación. También se usa para evaluar la capacidad de la campana con extracción de aire, para eliminar olores en cuyo caso el caudal de aire es ajustado para el punto de trabajo 1 (véase figura 2).

NOTA 1 – Si un punto de trabajo alternativo ha sido determinado para el ensayo del capítulo 11, éste se usa en vez del punto 1.

El ensayo es llevado a cabo en una habitación herméticamente cerrada teniendo un volumen de $22 \text{ m}^3 \pm 2 \text{ m}^3$, donde las paredes son impermeables al metil-etil cetona (MEK). Se instala una cocina con sus muebles en una de las paredes más largas de la habitación. Se instala la campana sobre la cocina, a una altura de 600 mm de la encimera y entre los muebles. Si se ensaya una campana con extracción de aire, es necesario prever una rejilla de ventilación que pueda cerrarse y una pantalla para dispersar el aire. Un ejemplo de la habitación, dispuesta con muebles de cocina, rejilla de ventilación y pantalla de dispersión de aire, se muestra en la figura 4.

NOTA 2 – Para manipular MEK, deben ser tomadas las precauciones normales.

Las características de la habitación de ensayo se establecen sin que la campana este en funcionamiento. Una cacerola, con diámetro $200 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$ y una altura aproximada de 125 mm, se coloca sobre el fogón delantero izquierdo, la temperatura interna de su base se mantiene a $170 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$. Una solución que contiene $12 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ de metil-etil cetona (MEK) en $300 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ de agua destilada, gotea continuamente en la cacerola de tal forma que la solución haya sido utilizada aproximadamente 30 minutos después. La solución se dispersa regularmente por la habitación por medio de un ventilador. La concentración de MEK en la habitación (C_1) se mide al final del periodo de aplicación.

La concentración de MEK se determina usando cuatro puntos de medición separados verticalmente entre ellos 500 mm, como muestra la figura 4. El equipo de medida de la concentración de MEK se localiza fuera de la habitación. Los tubos PTFE de 2,5 mm en diámetro, de igual longitud, y conectados unos con otros, son apropiados para la unión de los puntos de medición con el equipo de ensayo.

NOTAS

- 3 La habitación se considera adecuadamente hermética si la concentración de MEK en la habitación no disminuye más de un 5%, una hora después de que la solución haya sido distribuida.
- 4 El equipo de ionización de llama es apropiado para medir la concentración de MEK.

La habitación se ventila hasta que la concentración de MEK sea menor del 1% de C_1 .

Los filtros de extracción de olores se acondicionan por calentamiento a una temperatura de $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, al menos durante 16 horas. Entonces, éstos se fijan en la campana, que se pone a funcionar durante unos 30 minutos.

La campana se pone en funcionamiento y la solución de MEK gotea sobre la cacerola caliente de forma que se evaporen 312 g en los 15 primeros segundos del tiempo tomado inicialmente para determinar C_1 . Se apaga la campana con extracción de aire, la rejilla de ventilación se cierra y un ventilador con un caudal de aire de $250\text{ m}^3/\text{h} \pm 50\text{ m}^3/\text{h}$ se pone en funcionamiento sobre el suelo en medio de la habitación. La concentración de MEK en la habitación (C_2) se mide cuando el valor se ha estabilizado. Con la campana con recirculación de aire en funcionamiento, se determina el tiempo para que la concentración de MEK descienda desde C_2 al 15% del C_1 . Éste es el tiempo de dispersión del olor.

NOTAS

- 5 La campana con recirculación de aire no se desconecta antes de la medición de C_2 .
- 6 El tiempo de dispersión de olor no se mide para una campana con extracción de aire.

La reducción del factor O_f de olor se calcula en porcentaje de la siguiente manera:

$$O_f = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100$$

donde

C_1 es la concentración de MEK al final de la aplicación sin que funcione la campana;

C_2 es la concentración de MEK al final de la aplicación con la campana funcionando.

El factor de reducción de olor y el tiempo de dispersión del olor se indican.

14 EFECTIVIDAD DE LA LUZ DE LA COCINA

La habitación en la cual se realiza el ensayo de extracción de olores se usa para valorar la eficacia de la luz de la campana (véase figura 4). La campana se sitúa a 600 mm sobre la cocina. La campana y los planos de trabajo colindantes se cubren con una lámina de madera pintada en negro mate, aproximadamente de 20 mm de grosor o un tablero similar. El tablero debe extenderse como mínimo a 500 mm sobre cada plano de trabajo adyacente. La pared trasera entre la cocina y la campana es igualmente cubierta con un tablero pintado en negro mate.

Se enciende la luz de la cocina y se usa un luxímetro apropiado para medir la iluminación en 4 puntos sobre el tablero que representan los centros de los elementos de la cocina, como muestra la figura 4.

NOTA – Todas las demás fuentes de luz son apagadas cuando se está realizando el ensayo.

Se calcula el promedio de los valores de las medidas del luxímetro sobre los dos elementos traseros y los dos delanteros de la cocina. Se calcula el promedio aritmético de las cuatro medidas y éste valor se fija como iluminación por el luxímetro. Se determina también si la iluminación es más alta en la parte trasera o frontal de la cocina.

15 MANTENIMIENTO

Los siguientes puntos se evalúan y determinan:

- facilidad de la limpieza de la campana en comparación con las instrucciones dadas por el fabricante;
- facilidad de la limpieza de los filtros;
- el tipo de filtro y si éste es o no reemplazable.

16 OTRAS CARACTERÍSTICAS

Se determinan otras características de la campana.

NOTA – Los ejemplos de las características son:

- la accesibilidad de los mandos de control;
- el número de velocidades del ventilador;
- indicador de cambio de filtro;
- posición intensiva.

NOTA – Un tubo de 300 mm de largo con un diámetro apropiado se coloca entre cámara y la campana con extracción de aire.

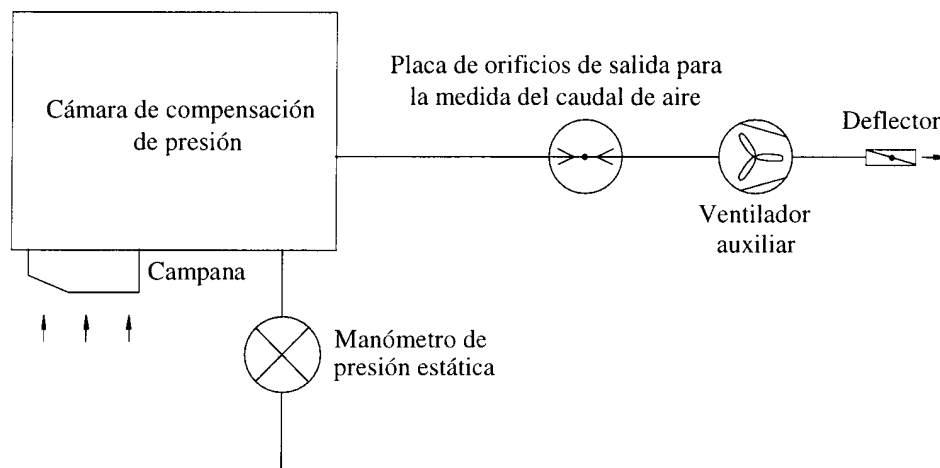


Fig. 1 – Medida de caudal de aire

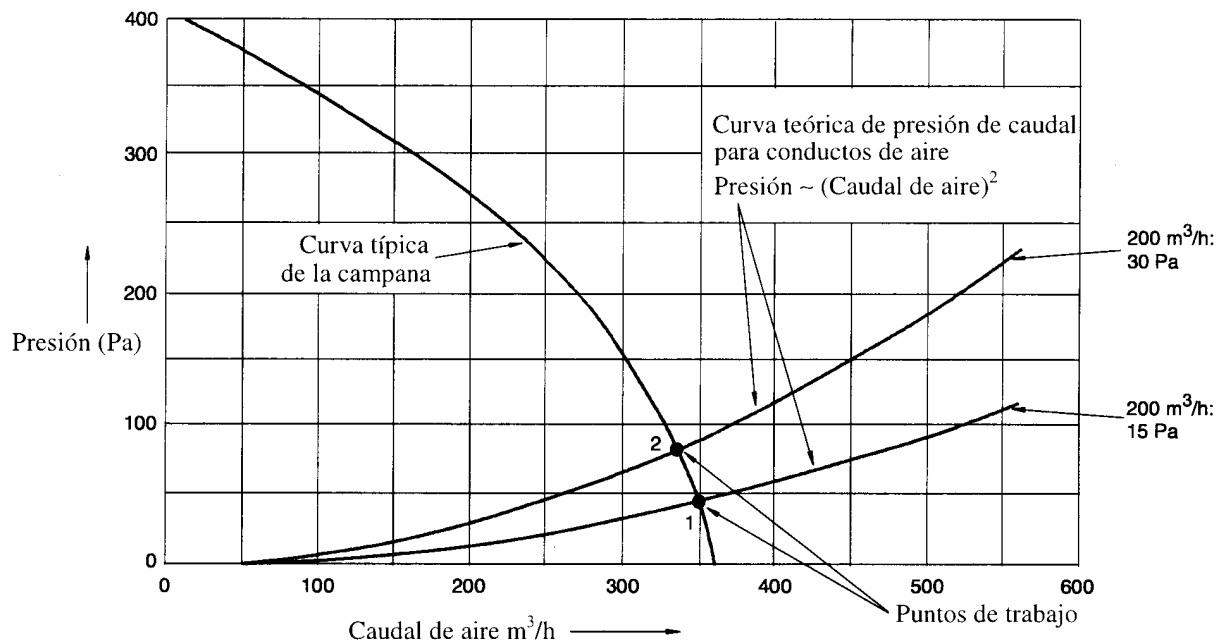
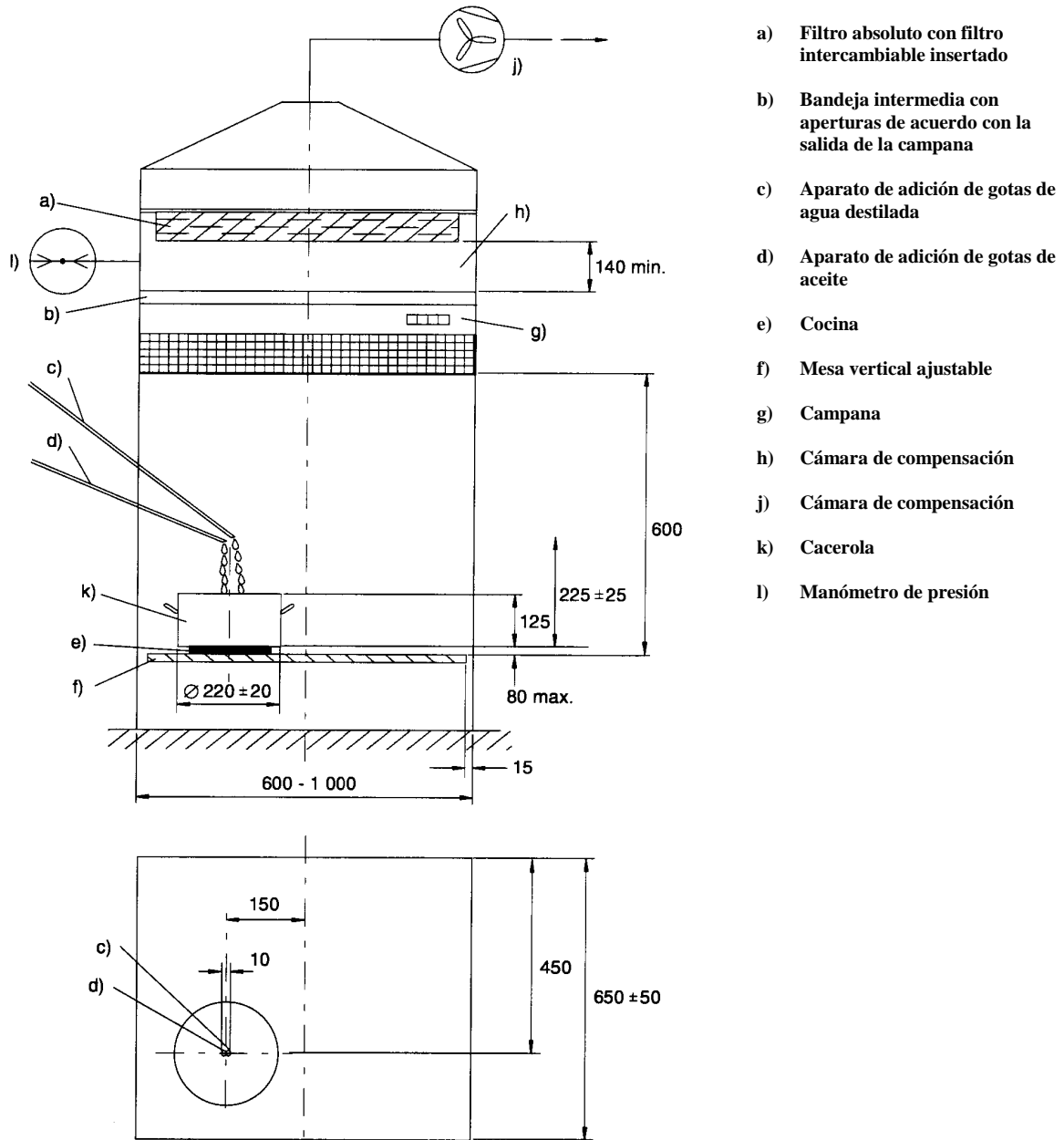


Fig. 2 – Curva de presión/caudal del aire

Dimensiones en milímetros



- a) Filtro absoluto con filtro intercambiable insertado
- b) Bandeja intermedia con aperturas de acuerdo con la salida de la campana
- c) Aparato de adición de gotas de agua destilada
- d) Aparato de adición de gotas de aceite
- e) Cocina
- f) Mesa vertical ajustable
- g) Campana
- h) Cámara de compensación
- j) Cámara de compensación
- k) Cacerola
- l) Manómetro de presión

NOTA – Tiene que establecerse suficiente ventilación entre los laterales de la cámara y la mesa.

Fig. 3 – Disposición de ensayo de la absorción de grasas

Dimensiones en milímetros

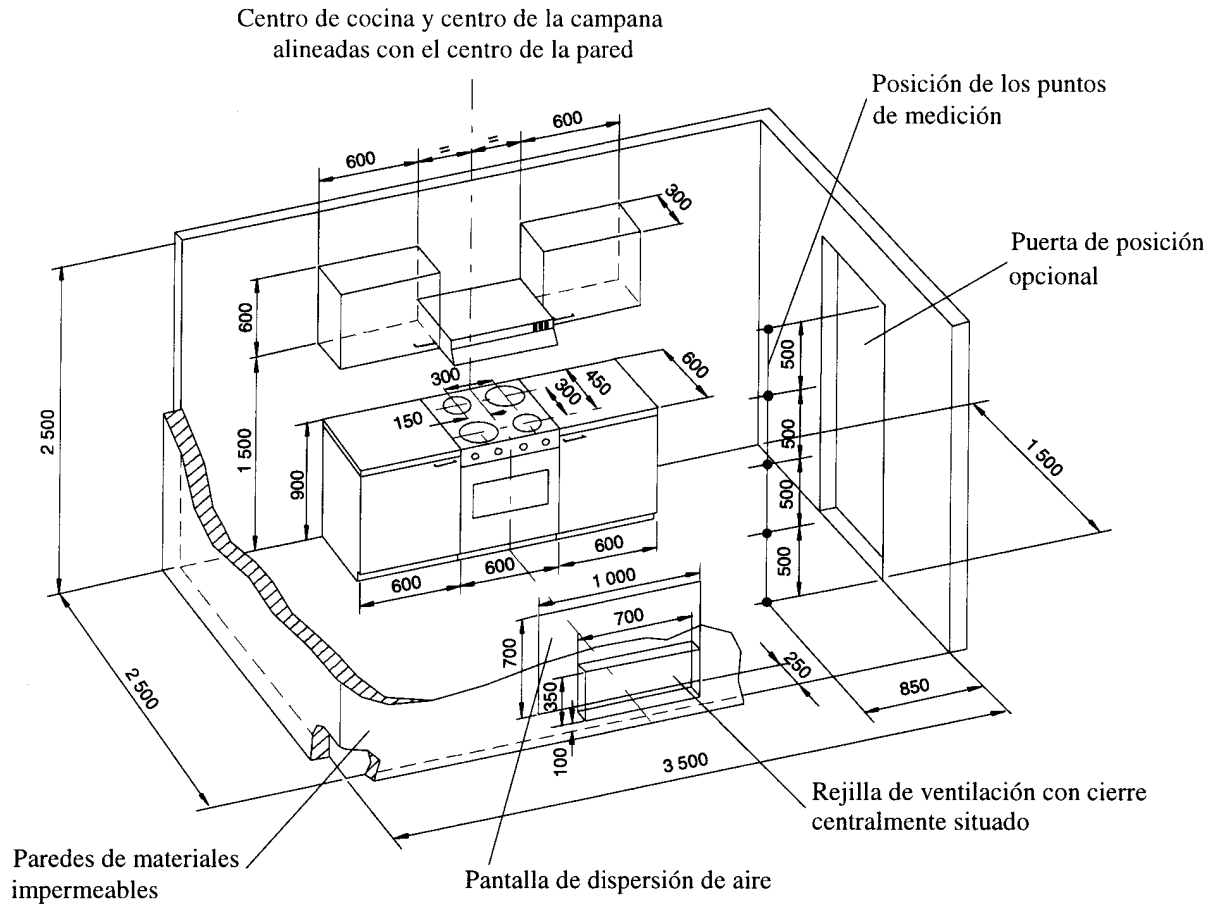


Fig. 4 – Ejemplo de habitación de ensayo

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A INOXPAN, S.L.
Licencia para un usuario - Copia y uso en red prohibidos

ACETONA

ICSC: 0087

Abril 2009

CAS: 67-64-1 2-Propanona
 RTECS: AL315000 Dimetil cetona
 NU: 1090 Metil cetona
 CE Índice Anexo I: 606-001-00-8 C₃H₆O / CH₃-CO-CH₃
 CE / EINECS: 200-662-2 Masa molecular: 58.1



TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades o dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Las mezclas vapor/aire son explosivas. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilicéense herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN			
Inhalación	Dolor de garganta. Tos. Confusión mental. Dolor de cabeza. Vértigo. Somnolencia. Pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio y reposo. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Piel seca.	Guantes de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Gafas de protección de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Náuseas. Vómitos. (Ver Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	Enjuagar la boca. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Eliminar toda fuente de ignición. Ventilar. Protección personal: filtro para gases y vapores orgánicos de bajo punto de ebullición adaptado a la concentración de la sustancia en el aire. NO verterlo en el alcantarillado. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. Eliminarlo a continuación con agua abundante.	Clasificación UE Símbolo: F, Xi R: 11-36-66-67 S: (2)-9-16-26-46 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Líquido y vapores muy inflamables. Provoca irritación ocular.

RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Código NFPA: H1; F3; R0	A prueba de incendio. Separado de: Ver Peligros Químicos. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2009



ACETONA

ICSC: 0087

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro de olor característico.

PELIGROS FÍSICOS

El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo. Posible ignición en punto distante.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia puede formar peróxidos explosivos en contacto con oxidantes fuertes tales como ácido acético, ácido nítrico y peróxido de hidrógeno. Reacciona con cloroformo y bromoformo en medio básico, originando peligro de incendio y explosión. Ataca a los plásticos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV: 500 ppm como TWA, 750 ppm como STEL.
A4 (no clasificable como cancerígeno humano).
BEI establecido (ACGIH 2009).
LEP UE: 500 ppm, 1210 mg/m³ como TWA (EU 2000).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

La sustancia se puede absorber por inhalación.

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire, sin embargo, más rápidamente por pulverización o cuando se dispersa.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La exposición a altas concentraciones puede producir disminución del estado de alerta.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA

El líquido desengrasa la piel. El contacto repetido puede producir piel seca y agrietada.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 56°C
Punto de fusión: -95°C
Densidad relativa (agua = 1): 0.8
Solubilidad en agua: miscible.
Presión de vapor, kPa a 20°C: 24
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.0

Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.2
Punto de inflamación: -18°C c.c.
Temperatura de autoignición: 465°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.2-13
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.24
Viscosidad, mm²/s a 40 °C: 0.34

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo.

INFORMACIÓN ADICIONAL


Límites de Exposición Profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 500 ppm; 1210 mg/m³

VLB: 50 mg/l en orina. Nota I.

NOTA LEGAL

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA

1.1 Identificador del producto

Nombre comercial : ÁCIDO ACÉTICO

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos de la sustancia / mezcla : Usos específicos: Disolventes para ésteres y éteres, Síntesis intermedia en química orgánica de compuestos farmacéuticos, Use in agrochemical applications, Industria del plástico, Industria textil, del cuero y de la peletería, Fabricación de productos de caucho, Preparación de especialidades cosméticas

Usos desaconsejados : Aditivo alimenticio, Productos medicinales

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Rhodia Poliamida e Especialidades Ltda
Fazenda São Francisco, s/n
CEP: 13140-000, Paulínia - SP
Tel: (+55 19) 3874 8000

1.4 Teléfono de emergencia

MULTI LINGUAL EMERGENCY NUMBER (24/7)
Europe/America/Africa : +44 1235 239 670 (UK)
Middle East/Africa speaking Arabic : +44 1235 239 671 (UK)
Asia Pacific : +65 3158 1074 (Singapore)
China : +86 10 5100 3039 (Beijing)

Mercosul : (+55 19) 3874 9333

(+55 19) 3874 7733

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con NBR 14725-2

Líquidos inflamables, Categoría 3
Toxicidad aguda, Oral, Categoría 5
Toxicidad aguda, Cutáneo, Categoría 4
Toxicidad aguda, Inhalación, Categoría 4
Corrosión cutáneas, Categoría 1A

Lesiones oculares graves, Categoría 1

H226: Líquidos y vapores inflamables.
H303: Puede ser nocivo en casa de ingestión.
H312: Nocivo en contacto con la piel.
H332: Nocivo en caso de inhalación.
H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H318: Provoca lesiones oculares graves.

2.2 Elementos de la etiqueta


Etiquetado de acuerdo con NBR 14725-3

Pictograma :



Palabra de advertencia : Peligro

Indicaciones de peligro : H226 Líquidos y vapores inflamables.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

H303 Puede ser nocivo en casa de ingestión.
H312 Nocivo en contacto con la piel.
H332 Nocivo en caso de inhalación.
H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Consejos de prudencia

- Prevenición:**
P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
P264 Lavarse la piel concienzudamente tras la manipulación.
P280 Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.
- Intervención:**
P303 + P361 + P353 SI HAY CONTACTO CON LA PIEL (o el cabello):
Quítese inmediatamente la ropa contaminada. Enjuague la piel con agua /ducha.
P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.
P362 + P364 Quítese la ropa contaminada y lávela antes de volver a usarla.
P363 Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas.
P370 + P378 En caso de incendio: Use arena seca, producto químico seco o espuma resistente al alcohol para extinguirlo.
- Almacenamiento:**
P403 + P235 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener en lugar fresco.
- Eliminación:**
P501 Eliminar el contenido/ el recipiente en una planta de eliminación de residuos aprobada.

2.3 Otros peligros que no dan lugar a la clasificación

sin datos disponibles

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES


3.1 Sustancia

Sinónimos : Ácido etanoico
ácido acético glacial
ácido metanocarboxílico

Nombre químico : Ácido acético

No. CAS : 64-19-7
No. Índice : 607-002-00-6

No. EINECS : 200-580-7

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

Información sobre los componentes o impurezas que contribuyen al peligro.

Nombre químico	Identificador	Clasificación de acuerdo con NBR 14725-2	Concentración [%]
ácido acético	No. Índice : 607-002-00-6 No. CAS : 64-19-7 No. EINECS : 200-580-7	Líquidos inflamables , Categoría 3 ; H226 Toxicidad aguda , Categoría 5 ; H303 Toxicidad aguda , Categoría 4 ; H332 Toxicidad aguda , Categoría 4 ; H312 Corrosión cutáneas , Categoría 1A ; H314 Lesiones oculares graves , Categoría 1 ; H318	>= 99 - <= 100

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

3.2 Mezcla

No aplicable, este producto es una sustancia.

4. PRIMEROS AUXILIOS

4.1 Descripción de los primeros auxilios

- Recomendaciones generales : Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.
El socorrista necesita protegerse a si mismo.
Coloque la ropa afectada en una bolsa sellada para su descontaminación posterior.
- Si es inhalado : Sacar al aire libre en caso de inhalación accidental de los vapores o productos de descomposición.
Mantener en reposo.
Consultar a un médico inmediatamente.
- Contacto con la piel : Quítese inmediatamente la ropa y zapatos contaminados.
Lavar inmediatamente, abundantemente y de manera prolongada (15 min. mínimo).
Consultar a un médico.
- Contacto con los ojos : Enjuagar inmediatamente con abundante agua, también debajo de los párpados, al menos durante 15 minutos.
Consultar a un médico inmediatamente.
- Ingestión : No provocar el vómito
No dar nada a beber.
Consulte al médico.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados


sin datos disponibles

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

sin datos disponibles

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Punto de inflamación : 43 °C copa abierta

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

40 °C copa cerrada

Temperatura de auto-inflamación : 427 °C

Límite de inflamabilidad/explosión : Límite de inflamabilidad/explosión inferior : 5,40 %(v)
 Límite de inflamabilidad/explosión superior : 16,00 %(v)

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados : Espuma
 Niebla de agua
 Polvo seco
 Dióxido de carbono (CO₂)

Medios de extinción no apropiados : Chorro de agua de gran volumen

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Peligros específicos en la lucha contra incendios : Líquido inflamable
 Las mezclas vapores/aire son explosivas.
 Puede resultar inflamable al entrar en contacto con llamas desnudas o calentamientos elevados.
 El calor aumenta la presión interna de la botella. riesgo de explosión.
 Desprendimiento de vapores muy irritantes.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios : Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.
 Equipo de protección personal compuesto por: guantes de protección adecuados, gafas protectoras y ropa de protección


Métodos específicos de lucha contra incendios : Utilizar los medios adecuados para combatir los incendios contiguos.

Otros datos : Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores.
 Enfriar recipientes / tanques con pulverización por agua.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia : Marque el área contaminada con signos y prevenga el acceso al personal no autorizado.
 Evacuar el personal a zonas seguras.
 Sólo el personal calificado, dotado de equipo de protección adecuado, puede intervenir.
 Retirar todas las fuentes de ignición.
 Manténgase lejos de llamas y de chispas.
 Evitar el contacto con la piel y los ojos.
 No respirar los vapores.
 Cortar la fuga. Poner en posición vertical los envases dañados (fuga por parte superior) para parar el vertido del líquido.
 Si el esparcimiento se produce en la vía pública, señalizar el peligro y avisar a las autoridades (policía, policía municipal, bomberos).

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente


- Precauciones relativas al medio ambiente : Contener el derrame.
Las autoridades locales deben de ser informadas si los derrames importantes no pueden ser contenidos.
Intentar evitar que el material penetre en los desagües o en las tuberías.
Evite que el producto penetre en el alcantarillado.
- Medidas de gestión de riesgo para controlar las emisiones al suelo : No se debe permitir que el producto penetre en los desagües, tuberías, o la tierra (suelos).

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

- Recuperación : Recoger el vertido.
Producto inflamable. Tomar todas las disposiciones útiles y poner a tierra todos los contenedores y equipo.
Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.
- Neutralización : Contenga el derramamiento, empápelos con material absorbente incombustible, (e.g. arena, tierra, tierra de diatomáceas, vermiculita) y transféralo a un contenedor para su disposición según las regulaciones locales/nacionales (véase la sección 13).
- Descontaminación/limpieza : Recoja el suelo contaminado.
Recoger el vertido.
Lavar los suelos y objetos contaminados a fondo mientras se observa las regulaciones medioambientales.
Recorger y traspasar correctamente en contenedores etiquetados.
- Eliminación : Eliminar el contenido/ el recipiente en una planta de incineración autorizada.
No se debe permitir que el producto penetre en los desagües, tuberías, o la tierra (suelos).
Eliminar, observando las normas locales en vigor.
- Consejos adicionales : Evacuar la zona.
Cortar la fuga. Poner en posición vertical los envases dañados (fuga por parte superior) para parar el vertido del líquido.

6.4 Referencia a otras secciones

sin datos disponibles

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

7.1 Precauciones para una manipulación segura


- Medidas de orden técnico : Puesta a tierra de las instalaciones.
 Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.
 No fumar.
 Tomar medidas para impedir la acumulación de descargas electrostáticas.
 Proveer de ventilación adecuada.
 Disponer de la suficiente renovación del aire y/o de extracción en los lugares de trabajo.
 Las instalaciones eléctricas y los materiales de trabajo deben estar conforme a las normas de seguridad.
 Utilizar herramientas que no produzcan chispas.
- Consejos de manejo y uso seguro : Proveer de ventilación adecuada.
 Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.
 Usar el producto, solo en un sistema cerrado.
 Seguir las instrucciones de uso proporcionadas por el productor.
 Llevar equipo de protección individual.
 Evitar la inhalación, ingestión y el contacto con la piel y los ojos.
- Medidas de higiene : Equipo de emergencia inmediatamente accesible, con instrucciones de uso.
 Asegúrese de que las estaciones de lavado de ojos y las duchas de seguridad estén localizadas cerca del sitio de trabajo.
 Limpieza regular del equipo, del área de trabajo y de la indumentaria.
 Utilice equipos de protección personal limpio y en buen estado.
 Almacene los equipos de protección personal en una ubicación limpia y alejada del área de trabajo.
 La ropa de trabajo contaminada no puede sacarse del lugar de trabajo.
 Antes de su reutilización, limpie muy bien los equipos de protección personal.
 Lávense las manos antes de los descansos e inmediatamente después de manipular la sustancia.
 Dúchese o báñese al final del trabajo.
 No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

- Medidas técnicas para el almacenamiento : Manténgase en un lugar seco, fresco y bien ventilado.
 El suelo del almacén debe ser impermeable y dispuesto de manera que constituya por si mismo recipiente de retención.
 Las instalaciones eléctricas y los materiales de trabajo deben estar conforme a las normas de seguridad.

Condiciones de almacenamiento

- Recomendados : Almacenar el contenido bajo gas inerte.
 Consérvese bajo nitrógeno.
 Manténgase en un lugar seco, fresco y bien ventilado.
- Evitar : Mantener apartado de las llamas abiertas, de las superficies calientes y de los focos de ignición.
 Mantenga alejado de los materiales incompatibles que le indicará el fabricante

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

Condiciones de embalaje

- Materiales de embalaje - Recomendados : Acero inoxidable, Polietileno
- Materiales de embalaje - Evitar : Acero al carbono, Aluminio y sus aleaciones.

Estabilidad en almacén

- Temperatura de almacenamiento : sin datos disponibles

7.3 Usos específicos finales

sin datos disponibles

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN INDIVIDUAL

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

Componentes	Tipo de valor	Valor	Base
ácido acético		8 ppm 20 mg/m3	NR15
	Grado de nocividad: medio		
ácido acético	TWA	10 ppm	ACGIH
	Irritación de las vías respiratorias superiores y los ojos, Función pulmonar		


8.2 Controles de la exposición

Medidas de control

- Disposiciones de ingeniería : Evite las salpicaduras.

Protección personal

- Protección respiratoria : Utilice un equipo respiratorio con filtro apropiado si una valoración del riesgo indica que es necesario.
- Protección de las manos : Si existe riesgo de entrar en contacto con las manos, usar unos guantes apropiados
Por favor, observe las instrucciones en cuanto a la permeabilidad y el tiempo de adelanto que son provistos por el proveedor de los guantes. También tener en cuenta las condiciones locales específicas bajo las cuales el producto es utilizado, tal como el peligro de cortes, de abrasión y el tiempo de contacto.
Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso.
Los guantes deben ser descartados y sustituidos si existe alguna indicación de degradación o perforación química.
- Protección de los ojos : Las gafas de protección contra los productos químicos deben ser puestas.
En caso de contacto por salpicaduras:
Utilice un protector de cara y traje de protección.
- Protección de la piel y del cuerpo : Elegir una protección para el cuerpo según la cantidad y la concentración de la sustancia peligrosa en el lugar de trabajo.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

Quítese y lave la ropa contaminada.

Medidas de higiene : Equipo de emergencia inmediatamente accesible, con instrucciones de uso. Asegúrese de que las estaciones de lavado de ojos y las duchas de seguridad estén localizadas cerca del sitio de trabajo. Limpieza regular del equipo, del área de trabajo y de la indumentaria. Utilice equipos de protección personal limpio y en buen estado. Almacene los equipos de protección personal en una ubicación limpia y alejada del área de trabajo. La ropa de trabajo contaminada no puede sacarse del lugar de trabajo. Antes de su reutilización, limpie muy bien los equipos de protección personal Lávense las manos antes de los descansos e inmediatamente después de manipular la sustancia. Dúchese o báñese al final del trabajo. No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización.

Medidas de protección : La selección del equipo de protección personal adecuado, debe basarse en una evaluación de las características de funcionamiento del equipo de protección en relación con la tarea (s) a realizar, las condiciones actuales, la duración de uso, y los peligros y/o los riesgos potenciales que se pueden encontrar durante el uso.

Controles de exposición medioambiental

Recomendaciones generales : Contener el derrame. Las autoridades locales deben de ser informadas si los derrames importantes no pueden ser contenidos. Intentar evitar que el material penetre en los desagües o en las tuberías. Evite que el producto penetre en el alcantarillado.

Medidas de gestión de riesgo para controlar las emisiones al suelo : No se debe permitir que el producto penetre en los desagües, tuberías, o la tierra (suelos).

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Aspecto : Forma : líquido
Estado físico: líquido
Color: incoloro

Olor : acre fuerte

Umbral olfativo : sin datos disponibles


pH : 2,3 (6 %) Solución acuosa

Punto/intervalo de fusión : 16,7 °C

Punto /intervalo de ebullición : 117,9 °C (1.013,25 hPa)

Punto de inflamación : 43 °C copa abierta
40 °C copa cerrada

Índice de evaporación (acetato de butilo = 1) : 111

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

Inflamabilidad (sólido, gas)	:	sin datos disponibles
Inflamabilidad (líquidos)	:	sin datos disponibles
Límite de inflamabilidad/explosión	:	Límite de inflamabilidad/explosión inferior : 5,40 %(v) Límite de inflamabilidad/explosión superior : 16,00 %(v)
Temperatura de auto-inflamación	:	427 °C Temperatura de autoignición (líquidos y gases)
Presión de vapor	:	15,2 hPa (20 °C)
Densidad de vapor	:	2,1
Masa volumétrica	:	1,049 g/cm ³ (20 °C)
Solubilidad	:	Solubilidad en agua : totalmente miscible Solubilidad en otros disolventes: Acetona : miscible. Etanol : miscible. Ésteres. : miscible. Glicerol : miscible. tetracloruro de carbono. : miscible.
Coefficiente de reparto n-octanol/agua	:	log Pow: -0,17
Descomposición térmica	:	sin datos disponibles
Viscosidad	:	sin datos disponibles
Propiedades explosivas	:	sin datos disponibles
Propiedades comburentes	:	No comburente según criterios CE.

9.2 Otra información

Constante de Henry	:	0,01 Pa.m ³ /mole.
Peso molecular	:	60,05 g/mol

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 Reactividad

sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química


Estabilidad química : Estable en condiciones normales.
Estable a temperatura ambiente.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

Condiciones que deben evitarse : Calor, llamas y chispas.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

10.5 Materiales incompatibles

Materias que deben evitarse : Agentes oxidantes fuertes
 Ácido nítrico
 Peróxidos
 Alcalis y productos caústicos.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

sin datos disponibles

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

Toxicidad oral aguda

|| ácido acético

DL50 : 3.310 mg/kg - rata
 Sustancia test: Sales sódicas
 Datos bibliográficos

DL50: 4.960 mg/kg - ratón , machos y hembras
 Sustancia test: Sales sódicas
 Datos bibliográficos

|| Toxicidad aguda por inhalación

: CL50 - 4 h : > 40 mg/l - rata
 Datos bibliográficos

Toxicidad cutánea aguda

: DL50 : 1.060 mg/kg - conejo
 Datos bibliográficos

Toxicidad aguda (otras vías de administración)

|| ácido acético

: sin datos disponibles

Corrosión o irritación cutáneas

Irritación de la piel

: Provoca quemaduras graves.
 Corrosivo para la piel y las mucosas.
 Puede causar irritaciones en la piel y/o dermatitis.

Lesiones o irritación ocular graves

Irritación ocular

: Irrita los ojos.
 Provoca lágrimas.
 Irrita los ojos.
 Provoca quemaduras en los ojos.

Sensibilización respiratoria o cutánea

Sensibilización

: No clasificado sensibilizante por contacto con la piel


ÁCIDO ACÉTICO

Revisión: 7.00 BR (ES)

Fecha de emisión: 03.01.2014


Mutagenicidad

Genotoxicidad in vitro


 ácido acético


 : Las pruebas in vitro no demostraron efectos mutágenos
 Datos bibliográficos

Genotoxicidad in vivo


 ácido acético


 : Las pruebas in vivo no demostraron efectos mutágenos
 Datos bibliográficos
Carcinogenicidad

Carcinogenicidad


 ácido acético


 : Los ensayos con animales no mostraron ningún efecto carcinógeno.
 Datos bibliográficos
Toxicidad para la reproducción y el desarrollo

Toxicidad para la reproducción/fertilidad


 ácido acético

 : Ninguna toxicidad para la reproducción
 evaluación interna

Toxicidad para el desarrollo/Teratogenicidad



 ácido acético

 : rata
 no se ha observado algún efecto sobre el desarrollo
 Datos bibliográficos

 ratón
 no se ha observado algún efecto sobre el desarrollo
 Datos bibliográficos


 conejo
 no se ha observado algún efecto sobre el desarrollo
 Datos bibliográficos
STOT

toxicidad específica en determinados órganos (STOT) - exposición úni



 ácido acético

 Evaluación Toxicológica:
 La sustancia o mezcla no se clasifica como tóxica específica de órganos
 diana, exposición única.
 Observaciones: evaluación interna

toxicidad específica en determinados órganos (STOT) - exposición repeti



 ácido acético

 : Evaluación Toxicológica:
 La sustancia o mezcla no se clasifica como tóxica específica de órganos
 diana, exposición repetida.
 Observaciones: evaluación interna


 ácido acético

 : a contenidos elevados
 Efectos potenciales sobre la salud
 Datos bibliográficos

 Oral 56 d - rata
 NOAEL: 290 mg/kg
 en la alimentación

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

Experiencia con exposición de seres humanos

Experiencia con exposición de seres humanos : Ingestión

|| ácido acético : Puede provocar sangramiento de las mucosas por ingestión.
Datos bibliográficos

Toxicidad por aspiración

Toxicidad por aspiración

|| ácido acético : no aplicable, evaluación interna

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1 Toxicidad

Compartimiento acuático

Toxicidad aguda para los peces

|| ácido acético : CL50 - 96 h : > 300 mg/l - Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada)
Sustancia test: Producto neutralizado
Método: OECD TG 203
(concentraciones nominales)
Informes no publicados

Toxicidad aguda para la dafnia y otros invertebrados acuáticos.

|| ácido acético : CE50 - 48 h : > 300 mg/l - Daphnia magna (Pulga de mar grande)
Sustancia test: Producto neutralizado
Método: OECD TG 202
(concentraciones nominales)
Informes no publicados

Toxicidad para las plantas acuáticas

|| ácido acético : NOEC - 72 h : 300 mg/l - Skeletonema costatum
Método: ISO 10253
Tasa de crecimiento
(concentraciones nominales)
Informes no publicados


CE50 - 72 h : > 300 mg/l - Skeletonema costatum
Método: ISO 10253
(concentraciones nominales)
Informes no publicados

Toxicidad para los microorganismos

ácido acético : NOEC - 16 h : 1.150 mg/l - Pseudomonas putida
Datos bibliográficos

Evaluación de ecotoxicidad

|| Toxicidad acuática aguda : El producto no neutralizado, por el hecho de su acidez, puede ser peligroso por los organismos acuáticos.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

12.2 Persistencia y degradabilidad

Biodegradabilidad

Biodegradabilidad : Biodegradabilidad aerobia final
Fácilmente biodegradable.
Datos bibliográficos

12.3 Potencial de bioacumulación

Coefficiente de reparto n-octanol/agua : No potencialmente bioacumulable.
Relación estructura-actividad (SAR)
Datos bibliográficos

12.4 Movilidad en el suelo

Coefficiente de adsorción (Koc) : Móvil en suelos

Distribución conocida en los diferentes compartimentos ambientales : Destino final habitual del producto : Agua
Relación estructura-actividad (SAR)

Destino final habitual del producto : Aire
Relación estructura-actividad (SAR)

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

sin datos disponibles

12.6 Otros efectos adversos

sin datos disponibles

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Dstrucción/eliminación

Consejos de eliminación : No se elimine con los residuos domésticos.
No se debe permitir que el producto penetre en los desagües, tuberías, o la tierra (suelos).
Eliminar, observando las normas locales en vigor.
Eliminar el contenido/ el recipiente en una planta de incineración autorizada.
Envíese a una compañía autorizada para la gestión de desechos.


Consejos de limpieza y eliminación del embalaje

Consejos : Eliminar el contenido/ el recipiente en una planta de incineración autorizada.
Limpiar el recipiente con agua.
Recuperar las aguas de lavado y eliminarlas en una instalación especializada.
No reutilizar los recipientes vacíos.

Otros datos : Eliminar, observando las normas locales en vigor.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ANTT

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

<u>14.1 Número ONU</u>	UN 2789
<u>14.2 Designación de la Mercancía</u>	SOLUCION DE ACIDO ACETICO
<u>14.3 Clase(s) de peligro para el transporte</u>	8
Clase subsidiaria de peligro	3
<u>14.4 Grupo de embalaje</u>	
Grupo de embalaje	II
Número de identificación de peligro:	83
Etiquetas:	8 (3)
Cantidad Limitada por transporte	333,00 KG
Embalajes/envasados y los RIG /	IBC02, P001
Instrucciones de Embalaje/envasado	
Tanques / Instrucciones	T7
Tanques / Disposiciones Especiales	: TP2
<u>14.5 Peligros para el medio ambiente</u>	NO
<u>14.6 Precauciones particulares para los usuarios</u>	
Equipo de protección individual, ver sección 8.	

DOT

<u>14.1 Número ONU</u>	UN 2789
<u>14.2 Designación de la Mercancía</u>	ÁCIDO ACÉTICO, GLACIAL
<u>14.3 Clase(s) de peligro para el transporte</u>	8
<u>14.4 Grupo de embalaje</u>	
Grupo de embalaje	II
Número de identificación de peligro	83
No ERG	132
<u>14.5 Peligros para el medio ambiente</u>	NO
Contaminante marino	
<u>14.6 Precauciones particulares para los usuarios</u>	
sin datos disponibles	

TDG

sin datos disponibles

ÁCIDO ACÉTICO

Revisión: 7.00 BR (ES)

Fecha de emisión: 03.01.2014

RID


<u>14.1 UN number</u>	UN 2789
<u>14.2 Designación de la Mercancía</u>	SOLUCION DE ACIDO ACETICO
<u>14.3 Transport hazard class</u>	8
Subsidiary hazard class:	3
<u>14.4 Packing group</u>	II
Packing group	II
Classification Code	CF1
Hazard identification No:	83
Label(s):	8 (3)
<u>14.5 Peligros para el medio ambiente</u>	NO
<u>14.6 Precauciones particulares para los usuarios</u>	Equipo de protección individual, ver sección 8.

ADR

<u>14.1 UN number</u>	UN 2789
<u>14.2 Designación de la Mercancía</u>	SOLUCION DE ACIDO ACETICO
<u>14.3 Transport hazard class</u>	8
Subsidiary hazard class:	3
<u>14.4 Packing group</u>	II
Packing group	II
Classification Code	CF1
Hazard identification No:	83
Label(s):	8 (3)
<u>14.5 Peligros para el medio ambiente</u>	NO
<u>14.6 Precauciones particulares para los usuarios</u>	Equipo de protección individual, ver sección 8.

IMDG

<u>14.1 Número ONU</u>	UN 2789
<u>14.2 Designación de la Mercancía</u>	SOLUCION DE ACIDO ACETICO
Código IMDG grupo de segregación	1 Acids
<u>14.3 Clase(s) de peligro para el transporte</u>	8
Clase subsidiaria de peligro	3
<u>14.4 Grupo de embalaje</u>	II
Grupo de embalaje	II
Etiquetas:	8 (3)
EmS	F-E , S-C
Embalajes/envasados y los RIG /	IBC02, P001
Instrucciones de Embalaje/envasado	
Tanques / Instrucciones	T4, T7
Tanques / Disposiciones Especiales	: TP2

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

14.5 Peligros para el medio ambiente NO
Contaminante marino

14.6 Precauciones particulares para los usuarios
Equipo de protección individual, ver sección 8.

14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC
sin datos disponibles

IATA

14.1 Número ONU UN 2789

14.2 Designación de la Mercancía SOLUCION DE ACIDO ACETICO

14.3 Clase(s) de peligro para el transporte 8
Clase subsidiaria de peligro: 3

14.4 Grupo de embalaje
Grupo de embalaje II
Etiquetas: 8 (3)
Instrucción de embalaje (avión de carga) 855
Cantidad neta máxima/paquete (Cant. Net. Máx./Paq.) 30,00 L
Instrucción de embalaje (avión de pasajeros) 851
Cantidad neta máxima/paquete (Cant. Net. Máx./Paq.) 1,00 L

14.5 Peligros para el medio ambiente NO

14.6 Precauciones particulares para los usuarios
Equipo de protección individual, ver sección 8.

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Clasificaciones HMIS


Salud : 2 mediano
Inflamabilidad : 2 mediano
Reactividad : 0 mínimo

Clasificaciones NFPA

Salud : 3 serio
Inflamabilidad : 2 mediano
Inestabilidad o Reatividad : 0 mínimo

Clasificación de WHMIS (Sistema de información sobre materiales peligrosos)

Clasificación : B3: Combustibles Sólidos
E: Material Corrosivo

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

16. OTRA INFORMACIÓN

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

H226	Líquidos y vapores inflamables.
H303	Puede ser nocivo en caso de ingestión.
H312	Nocivo en contacto con la piel.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H332	Nocivo en caso de inhalación.

Texto íntegro de las Declaraciones-P referidas en las secciones 2 y 3.

P210	Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
P264	Lavarse la piel concienzudamente tras la manipulación.
P280	Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.
P303 + P361 + P353	SI HAY CONTACTO CON LA PIEL (o el cabello): Quítese inmediatamente la ropa contaminada. Enjuague la piel con agua /ducha.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
P310	Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.
P362 + P364	Quítese la ropa contaminada y lávela antes de volver a usarla.
P363	Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas.
P370 + P378	En caso de incendio: Use arena seca, producto químico seco o espuma resistente al alcohol para extinguirlo.
P403 + P235	Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener en lugar fresco.
P501	Eliminar el contenido/ el recipiente en una planta de eliminación de residuos aprobada.

Estatuto de notificación

Estos datos no son detallados pero se proveen de modo informativo. Comunicarse con su proveedor para obtener información adicional

United States TSCA Inventory	: y (listado positivo) En el Inventario TSCA
Canadian Domestic Substances List (DSL)	: y (listado positivo) Todos los componentes de este producto están en la lista canadiense DSL.
Australia Inventory of Chemical Substances (AICS)	: y (listado positivo) En o de conformidad con el inventario
Japan. CSCL - Inventory of Existing and New Chemical Substances	: y (listado positivo) En o de conformidad con el inventario
Korea. Korean Existing Chemicals Inventory (KECI)	: y (listado positivo) En o de conformidad con el inventario
China. Inventory of Existing Chemical Substances in China (IECSC)	: y (listado positivo) En o de conformidad con el inventario


Una explicación de las abreviaturas y los acrónimos utilizados en la ficha de datos de seguridad

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN INDIVIDUAL

TWA	Hasta 48 horas/semana 8 horas, promedio ponderado en el tiempo
-----	---

Otros datos

Otros datos : Esta ficha ha sido actualizada (ver fecha en parte superior de la página).

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD		
ÁCIDO ACÉTICO		
Revisión: 7.00 BR (ES)	Fecha de emisión: 03.01.2014	

Los subtítulos y el texto que se ha modificado desde la versión anterior aparece indicado en dos barras verticales.

A nuestro leal saber y entender, la información proporcionada en esta Ficha de Datos de Seguridad es correcta a la fecha de su publicación. Dicha información únicamente se facilita para guiar al usuario en la manipulación, utilización, procesamiento, almacenamiento, transporte y eliminación del producto en condiciones de seguridad satisfactorias y no se tendrá por una garantía o especificación de calidad. Esta Ficha de Datos de Seguridad deberá utilizarse conjuntamente con las fichas técnicas, a las que no sustituye. La información únicamente se refiere al producto concreto designado y puede no resultar de aplicación si dicho producto se utiliza en combinación con otros materiales o en otro proceso de fabricación, salvo que se indique expresamente. La Ficha de Datos de Seguridad no exime al usuario de la obligación de asegurarse de que cumple toda la normativa vigente relacionada con su actividad.

NB: En este documento el separador numérico de los miles es el "." (punto), el separador decimal es la "," (coma).



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Fecha de Actualización: 01/05/07

1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad/empresa

Información sobre la sustancia/preparado

Número de Artículo: P20822
1010600

Número de Identificación:

Denominación de la sustancia/preparado: **Ethanol 95-96% v/v for U.V., Spectronorm**

Utilización de la sustancia/preparación: Reactivo de químico. Disolvente orgánico

Información sobre el Fabricante/Distribuidor

Empresa: VWR International Eurolab S.L.* Apartado 48 E-08100* Mollet del Vallés - Barcelona
España
Tel: +34 93 5655454 Fax: +34 93 5440287
E-mail: product.support@uk.vwr.com

Número de teléfono de urgencias: +34 93 5655454 / 0034 91 5620420

2. Riesgos posibles

Fácilmente inflamable.

3. Composición/Información sobre los componentes:

Caracterización química:

Alcohol

Denominación de la sustancia/preparado: Etanol
Sinónimos: Alcohol etílico

Número CAS: 64-17-5

Número CEE: 200-578-6

Número de índice CE: 603-002-00-5

Fórmula molecular: $C_2H_6O = 46.07 \text{ g/mol}$

4. Medidas para primeros auxilios

- Contacto con los ojos: Irrigue bien con agua durante 10 minutos por lo menos. Si persiste la molestia busque asistencia médica.
- Inhalación: Separe de la zona expuesta, descanse y mantenga caliente. En casos graves busque asistencia médica.
- Contacto con la piel: Lave bien la piel con agua. Quite la ropa contaminada y lave antes de volver a utilizarse. En casos graves, BUSQUE ASISTENCIA MEDICA.
- Ingestión: Lave bien la boca con agua y dé de beber mucha agua. BUSQUE ASISTENCIA MEDICA.

5. Medidas contra incendios

Riesgos particulares:

Muy inflamable Mezcla explosiva vapor/aire

Medios de extinción adecuados:

Agua pulverizada, espuma, polvo seco o dióxido de carbono

6. Medidas en caso de derrames involuntarios

Corte todas las fuentes de encendido. Lleve ropas protectoras adecuadas. Proceder a ventilación en lugares cerrados.

Cantidades menores (e.g. <500ml): Absorba en un absorbente inerte, transfiera a un recipiente y disponga su eliminación por una empresa de destrucción. Lave bien el lugar del vertido con agua y detergente.

Para grandes vertidos, los líquidos deben contenerse con arena o tierra y tanto líquidos como sólidos deben transferirse a recipientes de recuperación. Los residuos deben tratarse lo mismo que pequeños vertidos.

Disperse el vapor ventilando bien la zona mediante equipo a prueba de llamas.

7. Almacenamiento y manipulación

Manipulación:

Tome precauciones contra las descargas estáticas. Todo el equipo eléctrico debe ser a prueba de llamas.

No respirar los vapores. Evítese el contacto con los ojos y la piel. Lávese bien las manos y la cara después de trabajar con el material. La ropa contaminada debe quitarse y lavarse antes de volver a utilizarse.

No tirar los residuos por el desagüe.

Herramientas inadecuadas: plásticos diversos, Goma.

Almacenamiento:

Almacene a la temperatura ambiente (se recomienda 15 a 25°C). Mantenga bien cerrado y protegido de la luz directa del sol y de la humedad. Almacene los recipientes pequeños en armarios adecuados de almacenaje de líquidos inflamables cuando no se utilicen. Los bidones más grandes (200l) deben guardarse en almacenes fabricados especialmente.

8. Límite de exposición y equipos personales de protección:

Límites de exposición en el Reino Unido:

WEL - Ethanol:

Long term: 1920 mg/m³ (1000 ppm)

Procedimiento de monitorización:

Mediante una bomba adecuada, hacer pasar una cantidad conocida de aire del lugar de trabajo a través de un tubo de absorción calibrado para el material en cuestión.

Protección personal:

Se prefieren métodos de ingeniería para controlar o evitar la exposición. Los métodos pueden comprender recintos de preparación o ventilación mecánica.

Según convenga para la cantidad manejada.

Ventilación: Cámara de humos, a prueba de llamas

Respirador. Aparato independiente de respiración en presencia de vapores.

Guantes: Caucho butílico, Viton™, PE/EVAL (Silver Shield)

Protección de los ojos: Gafas o protección facial

Otras precauciones: Delantal, mangas, botas de plástico - si se manejan grandes cantidades

9. Características físicas y químicas

Informaciones generales:

Forma:	Líquido
Color:	Incoloro
Olor:	Característico

Informaciones relativa al salud, seguridad y medio ambiente:

Temperatura de fusión	-114°C
Temperatura de ebullición	78°C
Densidad(g/ml)	0.8
Tensión de vapor	59 hPa (43mmHg) (20°C)
Densidad de vapor relativa:	1.59
Solubilidad en Agua	Miscible en todas proporciones
pH:	7
Punto de inflamación	13°C
Límites de explosión: inferior:	3.3 %v/v
superior:	19 %v/v
Temperatura de ignición	425°C
Viscosidad:	1.2 mPas (20°C)
Log P(o/w):	-0.32
Datos adicionales:	Constante dieléctrica: 24.3 (25°C)
Momento dipolar: 1.7 Debye (20°C)	
Indice de refracción: 1.3614 (20°C)	

10. Estabilidad y Reactividad

Estable.

Sustancias a evitar: Oxidantes, Oxidos alcalinos, Halogenuros no metálicos, Anhídridos/Ácidos, Oxido de etileno, Fluor, Hidruros, Compuestos de mercurio, Compuestos de plata.

No puede excluirse la posibilidad de reacción con otras sustancias

11. Información Toxicológica

- Tras inhalación de vapores: Leves irritaciones de las mucosas
- Tras contacto con los ojos: puede causar una ligera irritación temporal.
- Tras contacto con la piel: Efecto desengrasante sobre la piel con posible infección secundaria.
- Tras ingestión: Perjudicial para: Mucosa. Absorción rápida.
- Tras absorción: Euforia. Tras tiempo de latencia: Vértigo, Borrachera, Parálisis, Cianosis, Narcosis, Parálisis respiratoria.

- Tras ingestión de grandes cantidades: Evidencia de efectos reproductores. Posibles efectos sobre: hígado.

Otros datos

LD50 (oral, rata): 6200 mg/kg

LC50 (inhalación, rata): 124.7 mg/l/4hr

LD50 (dermal, conejo): >20000 mg/kg

Test de sensibilización de la piel (conejos): Irritaciones leves

Test de irritación ocular (conejos): Irritaciones leves

Test de Ames negativo

Test de sensibilización (Magnussun and Kligman)(cobaya): negativo

12. Informaciones ecológicas

No pueden excluirse riesgos medioambientales por utilización y/o eliminación inadecuada.

Otras observaciones ecológicas:

Buena biodegradabilidad.

Potencial de bioacumulación: bajo.

Toxicidad para los peces: LC50 (P. promelas): 15300 mg.l/96hr

Toxicidad de dafnia: EC50 (Daphnia magna): 9268 - 14221 mg.l/48hr

Tóxicidad para las algas: LOEC (Scenedesmus quadricauda): 5000 mg/l/7d

Tóxicidad de bacterias: LOEC (Pseudomonas putida): 6500 mg/l/16hr

13. Datos para la eliminación como residuo

Los residuos químicos se clasifican generalmente como desecho especial, y como tales están sometidos a reglamentos que varían según el sitio. Consulte a las autoridades locales de eliminación de desechos, o diríjase a una empresa de eliminación de produ Enjuague bien los recipientes vacíos antes de devolverlos para reciclaje.

La incineración es el método preferente de eliminación si no son posibles la recuperación y el reciclaje.

14. Datos para el Transporte

Número UN 1170

Clasificación: 3

Código/Grupo de envase: II

Denominación técnica: ETHANOL

15. Normas

Identificación con arreglo a la normativa CE

Símbolo: F Fácilmente inflamable.

Frases R: R11

Fácilmente inflamable.

Frases S: S7-16

Manténgase el recipiente bien cerrado. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.

Número CEE: 200-578-6

Normativa local

En el Reino Unido debe valorarse el uso de esta sustancia según el decreto 'Dangerous Substances and Explosive Atmospheres Regulations (DSEAR)'

En el Reino Unido debe valorarse el uso de esta sustancia según el decreto 'Control of Substances Hazardous to Health Regulations (COSHH)' (Control de sustancias peligrosas para la salud)

16. Otros datos

Sustituye al documento de fecha 31/07/02

Motivo de la actualización Cambio en el capítulo : 6,7,11

Fecha de Actualización:
Fecha de emisión:

01/05/07
23/10/07

HOJA DE SEGURIDAD XI ETER ETILICO

FORMULA: C₄H₁₀O, CH₃-CH₂-O-CH₂-CH₃

PESO MOLECULAR: 74.12 g/mol

COMPOSICION: C: 64.81 %; H: 13.60 % y O: 21.59 %.

GENERALIDADES:

El éter etílico es un líquido incoloro con un olor característico. Es menos denso que el agua e insoluble en ella. Sus vapores son mas densos que el aire. Tiende a generar peróxidos en presencia de luz y aire, por lo que puede encontrarse estabilizado con limadura de fierro, naftoles, polifenoles, aminas aromáticas y aminofenoles, para disminuir el riesgo de explosiones.

Es obtenido como subproducto en la producción de etanol a través de la hidratación en fase vapor de etileno, utilizando ácido fosfórico como catalizador. Otra forma de obtenerlo es mediante la deshidratación de etanol con ácido sulfúrico a 140 °C.

Fue el primer producto utilizado como anestésico y aún tiene este uso. Además, tiene un amplio uso como disolvente de grasas, aceites, ceras, resinas, gomas, perfumes, alcaloides, acetato de celulosa, nitrato de celulosa, hidrocarburos y colorantes, principalmente. Es muy utilizado en la extracción de principios activos de tejidos de plantas y animales debido a que es fácilmente eliminado. Finalmente, es usado en una gran variedad de reacciones orgánicas, especialmente en síntesis de Grignard y Wurtz.

NUMEROS DE IDENTIFICACION:

CAS: 60-29-7

UN:1155

NIOSH: KI 5775000

RCRA:U117

NOAA: 696

STCC: 4908157

RTECS:KI5775000

NFPA: Salud: 2 Reactividad:1 Fuego:4

HAZCHEM CODE: 3 YE

El producto está incluido en: CERCLA

MARCAJE: LIQUIDO INFLAMABLE.

SINONIMOS:

ETER

ETER ANESTESICO

OXIDO DE DIETILO

1,1'-OXI-BIS-ETANO

ETOXIETANO

ETER SULFURICO

OXIDO DE ETILO

En inglés:

PRONARCOL

DIETHYL ETHER

Otros idiomas:

DIAETHYLAETHER (ALEMAN)

DWUETYLOWY ETER (POLACO)

ETERE ETILICO (ITALIANO)

ETHER ETHYLIQUE (FRANCES)

OXYDE D'ETHYLE (FRANCES)

PROPIEDADES FISICAS Y TERMODINAMICAS:

Punto de ebullición(°C): 34.6 (a 760 mm de Hg); 17.9 (a 400 mm de Hg); 2.2 (a 200 mm de Hg); -11.5 (a 100 mm de Hg); -48.1 (a 10 mm de Hg) y -74.3 (a 1 mm de Hg).

Punto de fusión: -116.2 °C.(cristales estables) y -123.3 °C (cristales metaestable).

Densidad(g/ml): 0.7364 (a 0 °C); 0.7249 (a 10 °C); 0.7135 (a 20 °C) y 0.7019 (a 30 °C). Índice de refracción (a 15 °C): 1.35555.

Presión de vapor (mm de Hg): 184.9 (a 0 °C); 290.8 (a 10 °C), 442 (a 20 °C); 1275 (a 50 °C) y 2304 (a 70 °C).

Punto de inflamación en copa cerrada (Flash point): -45 °C.

Temperatura de autoignición: 160 °C

Niveles de explosividad: 1.85-36.5 (% en volumen en el aire)

Densidad de vapor (aire=1): 2.6

Temperatura crítica: 192.7 °C.

Presión crítica: 35.6 atm.

Constante dieléctrica (a 26.9 °C): 4.197.

Tensión superficial (a 20 °C): 17.06 dinas/cm

Viscosidad (a 20 °C): 0.2448 cp.

Calor de vaporización (a 30°C): 89.80 cal/g.

Calor de formación -907 cal/g.

Calor de combustión: -8.807 kcal/g

Solubilidad: Poco miscible con agua (una disolución acuosa saturada contiene 8.43 % de éter a 15 °C y 6.05 % a 25 °C; una disolución etérea saturada contiene 1.2 % de agua a 20 °C), la miscibilidad con agua aumenta en presencia de HCl. Miscible con HCl concentrado, benceno, cloroformo, éter de petróleo, algunos alcoholes y aceites.

Forma un azeótropo con agua (1.3 %), cuyo punto de ebullición es de 34.2 °C.

PROPIEDADES QUIMICAS:

Este compuesto forma peróxidos inestables en presencia de aire y luz solar, los cuales explotan espontáneamente, especialmente cuando se concentran durante una destilación.

Reacciona violentamente con:

- halógenos y derivados como cloro, bromo, trifluoruro de bromo y heptafluoruro de yodo
- agentes oxidantes como aire líquido, ácido perclórico, cloruro de cromilo, ácido permangánico, cloruro de sulfurilo, peróxido de sodio y agua y óxido de yodo (VII).

NIVELES DE TOXICIDAD:

RQ:100

LD₅₀(oral en ratas): 1215 mg/kg.

LDLo(oral en humanos): 420 mg/kg.

LC₅₀ (inhalación en ratas): 73000 ppm/2 h

Niveles de irritación a ojos: 100 ppm (en humanos), 100 mg (en conejos).

Niveles de irritación en piel: 360 mg (en conejos), 50 mg/24 h (en conejillos de Indias).

México:

CPT: 1200 mg/m³ (400 ppm)

CCT: 1500 mg/m³ (500 ppm)

Estados Unidos:

TLV TWA: 1200 mg/m³ (400 ppm)

TLV STEL: 1500 mg/m³ (500 ppm)

Reino Unido:

Periodos largos: 1200 mg/m³ (400 ppm)

Periodos cortos: 1500 mg/m³ (500 ppm)

Francia:

VME: 1200 mg/m³ (400 ppm)

VLE: 1500 mg/m³ (500 ppm)

Alemania:

MAK:1200 mg/m³ (400 ppm)

Suecia:

Periodos cortos: 1500 mg/m³ (500 ppm)

Periodos largos: 1200 mg/m³ (400 ppm)

MANEJO:

Equipo de protección personal:

El uso de este producto debe hacerse en un área bien ventilada, utilizando bata, lentes de seguridad y guantes, si es necesario, para evitar un contacto prolongado con la piel. No deben utilizarse lentes de contacto.

Al trasvasar pequeñas cantidades con pipeta, utilizar propipeta, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

RIESGOS:

Riesgos de fuego y explosión:

Es un líquido inflamable, muy volátil y que puede formar peróxidos explosivos, por lo que existe un alto riesgo de fuego y explosión. Los vapores pueden llegar a un punto de ignición, prenderse y transportar el fuego al lugar que los originó, además pueden explotar si se prenden en un área cerrada. Además, debido a que su punto de autoignición es bajo y puede generar electricidad estática, debido a que no es conductor, el riesgo de incendio o explosión aumenta.

Las mezclas aire-éter que contengan más de 1.85 % en volumen de este último, son explosivamente peligrosas. Por otra parte, al agitar éter anhidro puede generar suficiente electricidad estática como para iniciar un incendio.

Riesgos a la salud:

En general, es moderadamente tóxico y causa síntomas de narcosis y anestesia y, solo en casos extremos, la muerte por parálisis respiratoria. No sufre cambios químicos dentro del cuerpo.

Inhalación: Causa náuseas, vómito, dolor de cabeza y pérdida de la conciencia, causando cierta irritación del tracto respiratorio. Son raros los casos de muerte de trabajadores por inhalación aguda. Una exposición crónica lleva a anorexia, dolor de cabeza, adormecimiento, fatiga, agitación y disturbios

mentales.

Contacto con ojos: Los irrita levemente y en caso de irritación severa, los daños son, generalmente, reversibles.

Contacto con la piel: Produce resequedad y dermatitis. Debido a que se evapora rápidamente, su absorción a través de la piel es mínima.

Ingestión: No es especialmente venenoso, sin embargo, produce los síntomas narcóticos ya mencionados e irritación al estómago.

Carcinogenicidad: No existen evidencias de carcinogenicidad.

Mutagenicidad: No es mutagénico en ensayos con *Salmonella typhimurium*.

Peligros reproductivos: Se ha informado de un leve incremento en el promedio de abortos en mujeres expuestas a este producto.

ACCIONES DE EMERGENCIA:

Primeros auxilios:

Inhalación: Transportar a la víctima a una zona bien ventilada. Si no hay respiración, proporcionar respiración artificial y oxígeno, manteniéndola en reposo y abrigada.

Ojos: Lavar inmediatamente con agua o disolución salina neutra, asegurándose de abrir los párpados.

Piel: Lavar la zona contaminada con agua y jabón, si es necesario, eliminar la ropa contaminada.

Ingestión: Lavar la boca con agua. Evitar que el líquido se aspire a los pulmones.

EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego:

En caso de incendios grandes, utilizar agua en forma de neblina, pues los chorros pueden extender el fuego. Enfriar los contenedores afectados con agua, aplicándola desde una distancia segura.

En el caso de incendios pequeños, se utilizan extinguidores de polvo químico, espuma o dióxido de carbono.

Fugas y derrames:

Utilizar bata, lentes de seguridad y, dependiendo de la magnitud del derrame, deberá usarse equipo de respiración autónoma y el equipo de seguridad que sea necesario. También de esto último dependerá si es necesario evacuar el área.

Alejar fuentes de ignición y evitar que el producto derramado llegue a drenajes o cualquier otra fuente de agua. Para ello construir diques utilizando sacos de arena o tierra. Este material puede servir para absorber el líquido derramado. Usar agua en forma de rocío para bajar los vapores generados. Todo el material utilizado para contener, absorber y bajar vapores, debe almacenarse en lugares seguros para tratarlo de manera adecuada posteriormente. No olvidar que el éter es altamente inflamable.

En caso de derrames pequeños pueden absorberse con papel o arena y llevarse a lugares bien ventilados y alejados de fuentes de ignición para su evaporación

Desechos:

En caso de cantidades pequeñas, pueden evaporarse en un lugar bien ventilado y alejado de fuentes de ignición. Cantidades grandes deben incinerarse adecuadamente.

ALMACENAMIENTO:

Mantener los recipientes que lo contienen en un lugar bien ventilado sobre todo cerca del piso, alejado de fuentes de ignición, luz solar directa, material combustible y agentes oxidantes y conectados a tierra para evitar descargas estáticas. Los recipientes que contengan pequeñas cantidades de éter no deben almacenarse por más de 3 meses para evitar la generación de peróxidos en concentraciones peligrosas.

REQUISITOS DE TRANSPORTE Y EMPAQUE:

Transportación terrestre:

Marcaje: 1155

Líquido inflamable.

Transportación marítima:

Código IMDG: 3029

Clase 3.1

Marcaje: Líquido inflamable.

Transportación aérea:

Código ICAO/IATA: 1155

Clase 3

Cantidad máxima en vuelos comerciales: 1 l

Cantidad máxima en vuelos de carga: 30 l

Cantidad máxima en vuelos de carga: 30 l

Debe tenerse mucho cuidado al cargar y descargar tanques y recipientes, en general, que contengan a este líquido, evitando descargas estáticas.

En el caso de éter para uso anestésico, deben utilizarse recipientes especiales que prevengan su deterioro.

Para asegurar el mínimo deterioro del éter, los contenedores de estaño se encuentran protegidos, en su parte interior, con recubrimientos de cobre y pequeñas cantidades de óxido cuproso.

HOJA DE SEGURIDAD VII CLOROFORMO

FORMULA: CHCl₃

PESO MOLECULAR: 119.39 g/mol.

COMPOSICION: C: 10.05 %; H: 0.84 % y Cl: 89.10 %.

GENERALIDADES:

El cloroformo es un líquido incoloro con olor dulce característico, muy volátil. Generalmente contiene pequeños porcentajes (1-5 %) de etanol como estabilizador. Es ligeramente soluble en agua y con densidad mayor que ésta. Es no inflamable, pero productos de su oxidación, como el fosgeno, son muy peligrosos. Es peligroso por inhalación e ingestión.

Se obtiene por medio de una cloración cuidadosamente controlada de metano, por tratamiento de acetona con polvos blanqueadores (CaOCl₂) y ácido sulfúrico. Fue descubierto en 1847 y se utilizó como anestésico por inhalación, como insecticida y en la industria farmacéutica, sin embargo su toxicidad ha provocado que sea reemplazado por otras sustancias. Actualmente, es utilizado como intermediario en síntesis orgánica, especialmente en la obtención de fluorocarbono 22, el cual es utilizado como refrigerante, propelente y en la fabricación de tetrafluoroetileno y su polímero (PTFE).

NUMEROS DE IDENTIFICACION:

CAS: 67-66-3

UN:1888

NIOSH: FS 9100000

RCRA: U044

NOAA: 2893

STCC: 4940311

RTECS: FS9100000

NFPA: Salud: 2 Reactividad: 0 Fuego: 0

HAZCHEM CODE: 2 Z

El producto está incluido en: CERCLA, 313 y EHS

MARCAJE: LIQUIDO VENENOSO.

SINONIMOS:

CLOROFORMO

TRICLORURO DE FORMILO

TRICLOROMETANO

TRICLORURO DE METILO

TRICLORURO DE METENILO

TRICLOROFORMO

NCI-C02686

R 20 (REFRIGERANTE)

FREON 20

TCM

Otros idiomas:

CHLOROFORM (INGLES)

CHLOROFORME (FRANCES)

COLORFORMIO (ITALIANO)

TRICLOROMETANO (ITALIANO)

TRICHLORMETHAAN (HOLANDES)

TRICHLORMETHAN (CHECOSLOVACO)

PROPIEDADES FISICAS Y TERMODINAMICAS:

Punto de fusión: -63.5 °C

Punto de ebullición: 61.26 °C (760 mm de Hg)

Densidad: 1.498 g/ml (a 15 °C); 1.484 (a 20 °C)

Densidad de vapor (aire =1): 4.12

Indice de refracción (20°C): 1.4476

Temperatura de autoignición: mayor de 1000 °C

Viscosidad (cP): 0.855 (a -13 °C), 0.70 (a 0 °C), 0.563 (a 20 °C) y 0.51 (a 30 °C).

Tensión superficial respecto al aire (din/cm): 27.14 (a 20 °C) y 21.73 (a 60 °C); respecto al agua: 45.0 (a 20 °C).

Capacidad calorífica (kJ/kg K): 0.979 (a 20 °C)

Temperatura crítica: 263.4 °C.

Presión crítica: 53.79 atm.

Volumen crítico: 0.002 m³/ kg

Conductividad térmica (W/m K): 0.13 (a 20 °C)

Constante dieléctrica: 4.9 (a 20 °C)

Momento dipolar (debye): 1.15
Calor de combustión (MJ/kg mol): 373
Calor de formación (MJ/kg mol) a 25 °C: -89.66 (gas) y -120.9 (líquido)
Calor latente de evaporación en el p. de ebullición (kJ/kg): 247
Solubilidad: miscible con etanol, benceno, éter dietílico, éter de petróleo, tetracloruro de carbono, disulfuro de carbono y acetona.
Solubilidad en agua (g/kg de agua): 10.62 (a °C), 8.22 (a 20 °C) y 7.76 (a 30 °C).
Solubilidad de agua en cloroformo (g/kg de cloroformo): 0.806 (a 22 °C).
Presión de vapor (mm de Hg): 0.825 (a -60 °C), 2.03 (a -50 °C), 4.73 (a -40 °C), 9.98 (a -30 °C), 19.58 (a -20 °C), 34.73 (a -10 °C), 60.98 (a 0 °C), 100.5 (a 10 °C), 159.6 (a 20 °C), 246.0 (a 30 °C), 366.38 (a 40 °C) y 525.98 (a 50°C).
Forma azeótropo con agua de punto de ebullición 56.1 °C y contiene 97.2 % de cloroformo.

PROPIEDADES QUIMICAS:

Los productos de descomposición del cloroformo son: fosgeno, cloruro de hidrógeno, cloro y óxidos de carbono y cloro. Todos ellos corrosivos y muy tóxicos.

El cloroformo reacciona volentemente con:

-Acetona en medios muy básicos.

-Fluor, tetróxido de dinitrógeno, metales como aluminio, magnesio, sodio, litio y potasio, sodio en metanol, metóxido de sodio, nitrometano, isopropilfosfina y derivados alquilados de aluminio.

Es oxidado por reactivos como ácido crómico, formando fosgeno y cloro. Se descompone a temperatura ambiente por acción de la luz del sol en ausencia de aire y en la oscuridad en presencia de este último, siendo uno de los productos de esta descomposición el fosgeno, el cual es muy tóxico.

NIVELES DE TOXICIDAD:

Carcinógeno humano potencial.

RQ: 10

TPQ: 10000

IDLH: 1000 ppm

LD₅₀ (en ratas): 1 g/Kg.

LDLo (oral en humanos): 140 mg/Kg

LCLo (inhalado en humanos): 25000 ppm/5 min

LC₅₀ (inhalado en ratas): 47.7 mg/m³/4 h

Niveles de irritación a piel de conejos: 10 mg/24 h, suave; 500 mg/ 24 h, suave.

Niveles de irritación a ojos de conejos: 148 mg; 20 mg/24 h, moderada.

México:

CPT: 50 mg/m³ (5 ppm)

CCT: 225 mg/m³ (50 ppm)

Cancerígeno potencial para el hombre.

Estados Unidos:

TLV TWA: 50 mg/m³ (10 ppm)

Posible carcinogénico humano.

Reino Unido:

Periodos largos: 225 mg/m³ (50 ppm)

Francia:

VME: 250 mg/m³ (50 ppm)

Alemania:

MAK: 50mg/m³ (10 ppm)

Posible carcinogénico humano.

Suecia:

Periodos cortos: 10 mg/m³ (2 ppm)

MANEJO:

Equipo de protección personal:

El uso de este producto debe hacerse en un área bien ventilada, evitando respirar los vapores y

el contacto con la piel. Por ello deben utilizarse bata, lentes de seguridad y guantes durante su manejo.

No deben usarse lentes de contacto al trabajar con este producto.

Para trasvasar pequeñas cantidades debe usarse propipeta, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

RIESGOS:

Riesgos de fuego y explosión:

A pesar de ser un producto no inflamable, los contenedores donde se encuentra almacenado el cloroformo explotan con calor. Además, al calentarse, libera fosgeno, cloruro de hidrógeno, cloro y óxidos de carbono y cloro, los cuales son corrosivos y muy tóxicos. En general, tener precaución con los reactivos mencionados en las Propiedades Químicas.

Riesgos a la salud:

Está clasificado como moderadamente tóxico, sin embargo está considerado como posible carcinogénico humano. Una probable dosis letal para humanos es de 0.5 a 5 g /Kg. Sin embargo, se sospecha que es carcinógeno para humanos. Puede causar una muerte rápida, atribuida a paro cardíaco y una muerte lenta por daño al hígado y riñón. Debe evitarse que personas alcohólicas, con problemas graves nutricionales, de hígado, riñón y sistema nervioso central, utilicen este producto.

Inhalación: Los signos de intoxicación aguda con vapores de cloroformo, en general, son: depresión respiratoria, neumonitis química, edema pulmonar, acidosis metabólica, depresión del sistema nervioso central, dolor de cabeza, fatiga, adormecimiento y pérdida del equilibrio. Se ha informado, también de arritmias y paro cardíacos.

Por este medio se tienen riesgos particularmente para hígado y riñones, ya que el cloroformo tiende a alojarse en los tejidos de estos órganos, uniéndose covalentemente a macromoléculas celulares. La ingestión de alcohol, potencializa la toxicidad de los vapores de cloroformo.

Su poder como anestésico se presenta a concentraciones entre 10000 y 15000 ppm, mientras que entre 15000 y 18000 puede ser fatal por paro respiratorio.

Contacto con ojos: Ocasiona conjuntivitis, e, incluso, quemaduras dolorosas, ya sea en forma de vapor o líquido.

Contacto con la piel: No hay una absorción significativa a través de la piel.

Ingestión: Provoca náusea, vómito, salivación, anorexia, irritación gastrointestinal y daño a hígado y riñones.

Carcinogenicidad: Se ha encontrado que es un carcinogénico en ratas y ratones y se sospecha que es un carcinógeno humano a largo plazo y debe ser reemplazado por otros disolvente, cuando sea posible.

Mutagenicidad: Se tienen resultados negativos en algunos estudios realizados con *Salmonella typhimurium*.

Riesgos reproductivos: Es teratogénico para ratas y ratones y altamente tóxico al feto por inhalación en experimentos con estos mismos animales. También ha estado implicado en desordenes similares en humanos, por lo que se recomienda que las mujeres embarazadas no tengan contacto con este producto.

ACCIONES DE EMERGENCIA:

Primeros auxilios:

Una exposición aguda al cloroformo requiere descontaminación y soporte de vida básico para la víctima. El personal de emergencia debe usar ropa de protección adecuada, dependiendo del grado de contaminación. Toda la ropa y equipo contaminado debe almacenarse en recipientes especiales, para darles el tratamiento de descontaminación adecuado, mas tarde.

De manera general, la víctima debe moverse a una zona ventilada. Evaluar signos vitales como: pulso y velocidad de respiración. Si no hay pulso, proporcionar rehabilitación cardiopulmonar. Si no respira, proporcionar respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, proporcionar oxígeno. No existe un antídoto específico y se sabe que no debe darse adrenalina a las personas que sufren envenenamiento por cloroformo.

Ojos y Piel: Quitar la ropa contaminada, y lavar según sea el caso, ojos y/o piel con agua corriente en gran cantidad. Los ojos pueden lavarse también con disolución salina neutra

asegurándose de abrir bien los párpados.

Ingestión: Mantener a la víctima en reposo y caliente. No inducir el vómito. Puede suministrarse carbón activado, si la víctima está consciente. Usar de 15 a 30 g, para niños, o de 50 a 100 g, para adultos con 1/2 a 1 taza de agua. Provocar excreción con un cartártico salino o sorbitol para víctimas conscientes, los niños requieren de 15 a 30 g y los adultos de 50 a 100 g. EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego:

Use equipo de respiración autónoma y ropa de protección adecuada, dependiendo de la magnitud del incendio. Recordar, que a pesar de que el compuesto es no inflamable, los productos de descomposición por calentamiento (entre ellos fosgeno) son muy peligrosos.

Mover los recipientes fuera del área de fuego cuando sea posible. Atacar el fuego desde una distancia segura. El agua utilizada para controlar el fuego no debe tirarse al drenaje por lo que, si es necesario, debe construirse un dique para contenerla y tratarla posteriormente.

Para incendios pequeños, pueden utilizarse extinguidores de polvo químico seco, dióxido de carbono, agua, neblina o espuma.

Fugas y derrames:

Utilizar bata, lentes de seguridad y guantes o el equipo de seguridad que sea necesario, dependiendo de la magnitud del siniestro.

Mantenga el material alejado de fuentes de agua y drenajes. Construir diques para almacenar el líquido, en caso necesario. Para ello puede utilizarse tierra, sacos de arena o espuma de poliuretano. El líquido derramado puede absorberse con cemento y para inmovilizar el derrame, se utilizan agentes gelantes universales. Para almacenar el agua de desecho, utilizar recipientes especializados o excavar un foso y absorber con sacos de arena o succionadores. Para el agua contaminada puede utilizarse carbón activado, en regiones de 10 ppm o mas, aplicarlo, en una proporción 10:1 carbón activado/derrame.

Desechos:

En pequeñas cantidades puede dejarse evaporar en una campana extractora. En caso de grandes cantidades, debe mezclarse con combustible, como queroseno, e incinerarse en equipo especializado para evitar la generación de fosgeno.

ALMACENAMIENTO:

Los recipientes que contienen este producto deben ser almacenados en lugares alejados de la luz directa del sol, ya que se descompone lentamente a productos como el fosgeno.

REQUISITOS DE TRANSPORTE Y EMPAQUE:

Transportación terrestre:

Marcaje: 1888. Sustancia tóxica

Código HAZCHEM: 2 Z

Transportación marítima:

Código IMDG: 6052.1

Marcaje: Venenoso

Clase: 6.1

Transportación aérea:

Código ICAO/IATA: 1888

Clase: 6.1

Máxima cantidad en vuelos comerciales: 5 l

Máxima cantidad en vuelos de carga: 60 l

Fichas Internacionales de Seguridad Química

HEXANO

ICSC: 0279






HEXANO
n-Hexano
 C_6H_{14}
Masa molecular: 86.2

Nº CAS 110-54-3
Nº RTECS MN9275000
Nº ICSC 0279
Nº NU 1208
Nº CE 601-037-00-0



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION			
• INHALACION	Vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, embotamiento, náuseas, debilidad, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Piel seca, enrojecimiento, dolor.	Guantes protectores.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal, (para mayor información véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito, reposo y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Consultar a un experto. Eliminar toda fuente de ignición. Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos, absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado, NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Protección personal: filtro respiratorio para gases y vapores orgánicos	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes. Mantener bien cerrado.	símbolo F símbolo Xn símbolo N R: 11-38-48/20-51/53-62-65-67 S: (2-)-9-16-29-33-36/37-61-62 Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II CE:   

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

Fichas Internacionales de Seguridad Química

HEXANO

ICSC: 0279

D A T O S I M P O R T A N T E S	ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido incoloro volátil, de olor característico.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.
	PELIGROS FISICOS El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.	RIESGO DE INHALACION Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.
	PELIGROS QUIMICOS Reacciona con oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión. Ataca algunos plásticos, caucho y revestimientos	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita la piel. La ingestión del líquido puede originar aspiración dentro de los pulmones con riesgo de neumonitis química. La exposición a altas concentraciones podría causar disminución del estado de alerta.
	LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 50 ppm; 176 mg/m ³ (piel) BEI (ACGIH 2004). LEP UE: 72 mg/m ³ , 20 ppm como TWA (UE 2006) MAK: Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004)	EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al sistema nervioso periférico, dando lugar a polineuropatías. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.
PROPIEDADES FISICAS	Punto de ebullición: 69°C Punto de fusión: -95°C Densidad relativa (agua = 1): 0.7 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20 °C: 0.0013 Presión de vapor, kPa a 20°C: 17 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.0	Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.3 Punto de inflamación: -22°C (c.c.) Temperatura de autoignición: 225°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.1-7.5 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 3.9
DATOS AMBIENTALES	Esta sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.	



NOTAS

Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición.

Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30S1208
 Código NFPA: H 1; F 3; R 0;

INFORMACION ADICIONAL

FISQ: 3-131 HEXANO

Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección:
<http://www.insht.es/>

ICSC: 0279

HEXANO

© CCE, IPCS, 2006

NOTA LEGAL IMPORTANTE:

Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales.

HOJA DE SEGURIDAD II HIDROXIDO DE SODIO

FORMULA: NaOH.

PESO MOLECULAR: 40.01 g/mol

COMPOSICION: Na: 57.48 %; H: 2.52 % y O:40.00%

GENERALIDADES:

El hidróxido de sodio es un sólido blanco e industrialmente se utiliza como disolución al 50 % por su facilidad de manejo. Es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos.

Es usado en síntesis, en el tratamiento de celulosa para hacer rayón y celofán, en la elaboración de plásticos, jabones y otros productos de limpieza, entre otros usos.

Se obtiene, principalmente por electrólisis de cloruro de sodio, por reacción de hidróxido de calcio y carbonato de sodio y al tratar sodio metálico con vapor de agua a bajas temperaturas.

NUMEROS DE IDENTIFICACION:

CAS: 1310-73-2

UN: sólido:1823

disolución: 1824

NIOSH: WB 4900000

NOAA: 9073

STCC: 4935235

RTECS: WB4900000

NFPA: Salud:3 Reactividad:1 Fuego: 0

HAZCHEM CODE: 2R

El producto está incluido en : CERCLA, EHS, SARA, RCRA.

MARCAJE:SOLIDO CORROSIVO.

SINONIMOS:

SOSA

SOSA CAUSTICA

LEJIA

Otros idiomas:

HYDROXYDE DE SODIUM (FRANCES)

NATRIUMHYDROXID (ALEMAN)

AETZNATRON (ALEMAN)

NATRIUMHYDROXYDE (HOLANDES)

SODIO(IDROSSIDO DI) (ITALIANO)

En inglés:

ASCARITE

CAUSTIC SODA

COLLO-GRILLREIN

COLLO-TAPETTA

LEWIS-RED DEVIL LYE

SODIUM HYDRATE

SODIUM HYDROXIDE

LYE

SODA LYE

WHITE CAUSTIC

PROPIEDADES FISICAS Y TERMODINAMICAS:

Punto de ebullición: 1388°C (a 760 mm de Hg)

Punto de fusión: 318.4 °C

Índice de refracción a 589.4 nm: 1.433 (a 320 °) y 1.421 (a 420 °C)

Presión de vapor: 1mm (739 °C)

Densidad: 2.13 g/ml (25 °C)

Solubilidad: Soluble en agua, alcoholes y glicerol, insoluble en acetona (aunque reacciona con ella) y éter.

1 g se disuelve en 0.9 ml de agua, 0.3 ml de agua hirviendo, 7.2 ml de alcohol etílico y 4.2 ml de metanol.

pH de disoluciones acuosas (peso/peso): 0.05 %:12; 0.5 %: 13 y 5 %: 14

En la tabla a continuación, se presentan algunas propiedades de disoluciones acuosas de NaOH.

PROPIEDADES DE DISOLUCIONES ACUOSAS DE NaOH

Concentración (% peso/peso)	d_4^{15}	Punto de congelación (°C)	Punto de Ebullición (°C)
5	1.056	-4	102
10	1.111	- 10	105
20	1.222	-26	110
30	1.333	1	115

40	1.434	15	125
50	1.530	12	140

Calor específico: 0.35 cal/g °C (20 °C)

Calor latente de fusión: 40 cal/g

Calor de formación: 100.97 Kcal/mol (forma alfa) y 101.95 Kcal/mol (forma beta)

Calor de transición de la forma alfa a la beta: 24.69 cal/g

Temperatura de transición: 299.6 °C

Energía libre de formación : 90.7 Kcal/ mol (a 25 °C y 760 mm de Hg)

PROPIEDADES QUIMICAS:

El NaOH reacciona con metales como Al, Zn y Sn, generando aniones como AlO_2^- , ZnO_2^- y SnO_3^{2-} e hidrógeno. Con los óxidos de estos metales, forma esos mismos aniones y agua. Con cinc metálico, además, hay ignición.

Se ha informado de reacciones explosivas entre el hidróxido de sodio y nitrato de plata amoniacal caliente, 4-cloro-2-metil-fenol, 2-nitro anisol, cinc metálico, N,N'-bis(trinitro-etil)-urea, azida de cianógeno, 3-metil-2-penten-4-in-1-ol, nitrobenzeno, tetrahidrobórato de sodio, 1,1,1-tricloroetanol, 1,2,4,5-tetraclorobenceno y circonio metálico.

Con bromo, cloroformo y triclorometano las reacciones son vigorosas o violentas.

La reacción con sosa y tricloroetileno es peligrosa, ya que este último se descompone y genera dicloroacetileno, el cual es inflamable.

NIVELES DE TOXICIDAD:

LD₅₀ (en conejos): 500 ml/Kg de una disolución al 10 %.

Niveles de irritación a piel de conejos: 500 mg/ 24 h, severa

Niveles de irritación a ojos de conejos: 4 mg, leve; 1 % o 50 microg/24 h, severo

RQ: 1000

IDLH: 250 mg/m³

México:

CPT: 2 mg/m³

TLV-C: 2 mg/m³

Estados Unidos

Reino Unido:

Periodos largos: 2 mg/m³

Periodos cortos: 2 mg/m³

Francia:

VME: 2 mg/m³

Alemania:

MAK: 2 mg/m³

Suecia:

Límite máximo: 2 mg/m³

MANEJO:

Equipo de protección personal:

Para el manejo del NaOH es necesario el uso de lentes de seguridad, bata y guantes de neopreno, nitrilo o vinilo. Siempre debe manejarse en una campana y no deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este compuesto.

En el caso de trasvasar pequeñas cantidades de disoluciones de sosa con pipeta, utilizar una propipeta, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

RIESGOS:

Riesgos de fuego o explosión:

Este compuesto no es inflamable sin embargo, puede provocar fuego si se encuentra en contacto con materiales combustibles. Por otra parte, se generan gases inflamables al ponerse en contacto con algunos metales. Es soluble en agua generando calor.

Riesgos a la salud:

El hidróxido de sodio es irritante y corrosivo de los tejidos. Los casos mas comunes de accidente son por contacto con la piel y ojos, así como inhalación de neblinas o polvo.

Inhalación: La inhalación de polvo o neblina causa irritación y daño del tracto respiratorio. En caso de exposición a concentraciones altas, se presenta ulceración nasal.

A una concentración de 0.005-0.7 mg/m³, se ha informado de quemaduras en la nariz y tracto. En estudios con animales, se han reportado daños graves en el tracto respiratorio, después de una exposición crónica.

Contacto con ojos: El NaOH es extremadamente corrosivo a los ojos por lo que las salpicaduras son muy peligrosas, pueden provocar desde una gran irritación en la córnea, ulceración, nubosidades y, finalmente, su desintegración. En casos mas severos puede haber ceguera permanente, por lo que los primeros auxilios inmediatos son vitales.

Contacto con la piel: Tanto el NaOH sólido, como en disoluciones concentradas es altamente corrosivo a la piel.

Se han hecho biopsias de piel en voluntarios a los cuales se aplicó una disolución de NaOH 1N en los brazos de 15 a 180 minutos, observándose cambios progresivos, empezando con disolución de células en las partes callosas, pasando por edema y llegar hasta una destrucción total de la epidermis en 60 minutos. Las disoluciones de concentración menor del 0.12 % dañan la piel en aproximadamente 1 hora. Se han reportado casos de disolución total de cabello, calvicie reversible y quemaduras del cuero cabelludo en trabajadores expuestos a disoluciones concentradas de sosa por varias horas. Por otro lado, una disolución acuosa al 5% genera necrosis cuando se aplica en la piel de conejos por 4 horas.

Ingestión: Causa quemaduras severas en la boca, si se traga el daño es, además, en el esófago produciendo vómito y colapso.

Carcinogenicidad: Este producto está considerado como posible causante de cáncer de esófago, aún después de 12 a 42 años de su ingestión. La carcinogénesis puede deberse a la destrucción del tejido y formación de costras, mas que por el producto mismo.

Mutagenicidad: Se ha encontrado que este compuesto es no mutagénico.

Peligros reproductivos: No hay información disponible a este respecto.

ACCIONES DE EMERGENCIA:

Primeros Auxilios:

Inhalación: Retirar del área de exposición hacia una bien ventilada. Si el accidentado se encuentra inconciente, no dar a beber nada, dar respiración artificial y rehabilitación cardiopulmonar. Si se encuentra conciente, levantarlo o sentarlo lentamente, suministrar oxígeno, si es necesario.

Ojos: Lavar con abundante agua corriente, asegurándose de levantar los párpados, hasta eliminación total del producto.

Piel: Quitar la ropa contaminada inmediatamente. Lavar el área afectada con abundante agua corriente.

Ingestión: No provocar vómito. Si el accidentado se encuentra inconciente, tratar como en el caso de inhalación. Si está conciente, dar a beber una cucharada de agua inmediatamente y después, cada 10 minutos.

EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego:

Pueden usarse extinguidores de agua en las áreas donde haya fuego y se almacene NaOH, evitando que haya contacto directo con el compuesto.

Fugas o derrames:

En caso de derrame, ventilar el área y colocarse la ropa de protección necesaria como lentes de seguridad, guantes, overoles químicamente resistentes, botas de seguridad. Mezclar el sólido derramado con arena seca, neutralizar con HCl diluido, diluir con agua, decantar y tirar al drenaje. La arena puede desecharse como basura doméstica.

Si el derrame es de una disolución, hacer un dique y neutralizar con HCl diluido, agregar gran cantidad de agua y tirar al drenaje.

Desechos:

Para pequeñas cantidades, agregar lentamente y con agitación, agua y hielo. Ajustar el pH a neutro con HCl diluido. La disolución acuosa resultante, puede tirarse al drenaje diluyéndola con agua. Durante la neutralización se desprende calor y vapores, por lo que debe hacerse lentamente y en un lugar ventilado adecuadamente.

ALMACENAMIENTO:

El hidróxido de sodio debe ser almacenado en un lugar seco, protegido de la humedad, agua, daño físico y alejado de ácidos, metales, disolventes clorados, explosivos, peróxidos orgánicos y materiales que puedan arder facilmente.

REQUISITOS DE TRANSPORTE Y EMPAQUE:

Transportación terrestre:

Marcaje:

Transportación aérea:

Código ICAO/IATA (No. ONU)

sólido: 1823. Sustancia corrosiva.
Disolución: 1824. Sustancia corrosiva.
HAZCHEM Code: 2R.
Transportación marítima:
Número en IMDG: 8125
Clase: 8
Marcaje: corrosivo.

sólido: 1823
disolución: 1824
Clase: 8
Marcaje: corrosivo.
Cantidad máxima en vuelo comercial
sólido: 15 Kg
disolución: 1 l
Cantidad máxima en vuelo de carga:
sólido: 50 Kg
disolución: 30 l

Fichas Internacionales de Seguridad Química

YODO

ICSC: 0167



YODO

I₂

Masa molecular: 253.8


Nº CAS 7553-56-2

Nº RTECS NN1575000

Nº ICSC 0167

Nº CE 053-001-00-3

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible, pero facilita la combustión de otras sustancias. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	NO poner en contacto con sustancias inflamables, agentes reductores y materiales incompatibles (véanse Peligros químicos).	En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION		¡HIGIENE ESTRICTA!	
• INHALACION	Tos, jadeo, dolor de garganta.	Ventilación (no si es polvo), extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Enrojecimiento, quemaduras cutáneas graves, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor de garganta, sensación de quemazón, calambres abdominales, vómitos, shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente precintable, recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	Separado de materiales incompatibles (véanse Peligros químicos). Mantener en lugar fresco y bien cerrado. Ventilación a ras del suelo.	símbolo Xn símbolo N R: 20/21-50 S: (2-)23-25-61 CE: 

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0167

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994


Fichas Internacionales de Seguridad Química

YODO

ICSC: 0167

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales negro azulados o púrpura oscuros, de olor acre.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS Por calentamiento intenso se producen humos tóxicos. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores. Reacciona violentamente con metales alcalinos, fósforo, antimonio, amoníaco, acetaldehído, acetileno, originando peligro de incendio y explosión.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como valor techo): 0.1 ppm; 1 mg/m³ (ACGIH 1995-1996). MAK: 0.1 ppm; 1 mg/m³ (1996).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al vapor de yodo. La sustancia puede afectar a la glándula tiroidea.</p>
---	---	--

PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 184°C Punto de fusión: 114°C Densidad relativa (agua = 1): 4.9 Solubilidad en agua: Ninguna</p>	<p>Presión de vapor, kPa a 25°C: 0.04 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 8.8 Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2.49</p>
----------------------------	---	--

DATOS AMBIENTALES	<p>La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos.</p>	
--------------------------	--	---

NOTAS

El yodo sublima fácilmente. El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). Nombres comerciales: Actomar, Diiodine, Eranol, Iosan Superdip.

INFORMACION ADICIONAL

FISQ: 4-200 YODO	
---------------------	--

ICSC: 0167	YODO
© CCE, IPCS, 1994	

NOTA LEGAL IMPORTANTE:	<p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95).</p>
-------------------------------	---

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011

Página 1 de 9

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA.

1.1 Identificador del producto.

Nombre del producto: METIL ETIL CETONA
Código del producto: 114
N. Índice: 606-002-00-3
N. CAS: 78-93-3
N. CE: 201-159-0
N. Registro: 01-2119457290-43-0000

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia y usos desaconsejados.

Usar como disolvente solamente en procesos de fabricación industrial.

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad.

Empresa: **ALCOHOLES DEL SUR, S.A.**
Dirección: POLÍGONO LAS QUEMADAS, 22-28
Población: 14014 - CÓRDOBA
Provincia: CÓRDOBA
Teléfono: 957 32 66 55
Fax: 957 32 56 03
E-mail: alcoholesdelsur@infonegocio.com

1.4 Teléfono de emergencia: 91 562 04 20 (Disponible 24 h)

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.

2.1 Clasificación de la sustancia.

Según la Directiva 67/548/EEC:

Fácilmente inflamable.

Irrita los ojos.

La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

Según el Reglamento (EU) No 1272/2008:

Irrit. oc. 2 : Provoca irritación ocular grave.

Líqu. infl. 2 : Líquido y vapores muy inflamables.

STOT única 3 : Puede provocar somnolencia o vértigo.

2.2 Elementos de la etiqueta.

Etiquetado conforme a la Directiva 67/548/CEE:

Símbolos:

F



Fácilmente inflamable

Xi



Irritante

Frases R:

R11 Fácilmente inflamable.

R36 Irrita los ojos.

R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

Página 2 de 9

Frases S:

S9 Conservérese el recipiente en lugar bien ventilado.
S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.

Etiquetado conforme al Reglamento (EU) No 1272/2008:

Pictogramas:



Palabra de advertencia:

Peligro

Frases H:

H225 Líquido y vapores muy inflamables.
H319 Provoca irritación ocular grave.
H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.

Frases P:

P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.
P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.
P337+P313 Si persiste la irritación ocular: Consultar a un médico.
P370+P378 En caso de incendio: Utilizar agua pulverizada, polvo químico, CO2 y espumógenos para apagarlo.
P403+P235 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener en lugar fresco.
P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.
P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Indicaciones de peligro suplementarias:

EUH066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

2.3 Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.

3.1 Sustancias.

Nombre químico: butanona,etil-metil-cetona
N. Índice: 606-002-00-3
N. CAS: 78-93-3
N. CE: 201-159-0
N. Registro: 01-2119457290-43-0000

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

Página 3 de 9

4. PRIMEROS AUXILIOS.

4.1 Descripción de los primeros auxilios.

En los casos de duda, o cuando persistan los síntomas de malestar, solicitar atención médica. No administrar nunca nada por vía oral a personas que se encuentre inconscientes.

Inhalación.

Situar al accidentado al aire libre, mantenerle caliente y en reposo, si la respiración es irregular o se detiene, practicar respiración artificial. No administrar nada por la boca. Si está inconsciente, ponerle en una posición adecuada y buscar ayuda médica.

Contacto con los ojos.

En caso de llevar lentes de contacto, quitarlas. Lavar abundantemente los ojos con agua limpia y fresca durante, por lo menos, 10 minutos, tirando hacia arriba de los párpados y buscar asistencia médica.

Contacto con la piel.

Quitar la ropa contaminada. Lavar la piel vigorosamente con agua y jabón o un limpiador de piel adecuado. **NUNCA** utilizar disolventes o diluyentes.

Ingestión.

Si accidentalmente se ha ingerido, buscar inmediatamente atención médica. Mantenerle en reposo. **NUNCA** provocar el vómito.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados.

Producto Irritante, el contacto repetido o prolongado con la piel o las mucosas puede causar enrojecimiento, ampollas o dermatitis, la inhalación de niebla de pulverización o partículas en suspensión puede causar irritación de las vías respiratorias, algunos de los síntomas pueden no ser inmediatos. Pueden producirse reacciones alérgicas.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

En los casos de duda, o cuando persistan los síntomas de malestar, solicitar atención médica. No administrar nunca nada por vía oral a personas que se encuentre inconscientes.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.

El producto es fácilmente inflamable, puede producir o agravar considerablemente un incendio, se deben tomar las medidas de prevención necesarias y evitar riesgos. En caso de incendio se recomiendan las siguientes medidas:

5.1 Medios de extinción.

Medios de extinción recomendados.

Polvo extintor o CO₂. En caso de incendios más graves también espuma resistente al alcohol y agua pulverizada. No usar para la extinción chorro directo de agua.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia.

Riesgos especiales.

El fuego puede producir un espeso humo negro. Como consecuencia de la descomposición térmica, pueden formarse productos peligrosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. La exposición a los productos de combustión o descomposición puede ser perjudicial para la salud.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios.

Refrigerar con agua los tanques, cisternas o recipientes próximos a la fuente de calor o fuego. Tener en cuenta la dirección del viento. Evitar que los productos utilizados en la lucha contra incendio, pasen a desagües, alcantarillas o cursos de agua.

Equipo de protección contra incendios.

Según la magnitud del incendio, puede ser necesario el uso de trajes de protección contra el calor, equipo respiratorio autónomo, guantes, gafas protectoras o máscaras faciales y botas.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011

Página 4 de 9

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL.

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia.

Eliminar los posibles puntos de ignición y cargas electroestáticas, ventilar la zona. No fumar. Evitar respirar los vapores. Para control de exposición y medidas de protección individual, ver epígrafe 8.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente.

Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza.

Recoger el vertido con materiales absorbentes no combustibles (tierra, arena, vermiculita, tierra de diatomeas...). Verter el producto y el absorbente en un contenedor adecuado. La zona contaminada debe limpiarse inmediatamente con un descontaminante adecuado. Echar el descontaminante a los restos y dejarlo durante varios días hasta que no se produzca reacción, en un envase sin cerrar.

6.4 Referencia a otras secciones.

Para control de exposición y medidas de protección individual, ver epígrafe 8.

Para la eliminación de los residuos, seguir las recomendaciones del epígrafe 13.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.

7.1 Precauciones para una manipulación segura.

Los vapores son más pesados que el aire y pueden extenderse por el suelo. Pueden formar mezclas explosivas con el aire. Evitar la creación de concentraciones del vapor en el aire, inflamables o explosivas; evitar concentraciones del vapor superiores a los límites de exposición durante el trabajo. El producto sólo debe utilizarse en zonas en las cuales se hayan eliminado toda llama desprotegida y otros puntos de ignición. El equipo eléctrico ha de estar protegido según las normas adecuadas.

El producto puede cargarse electrostáticamente: utilizar siempre tomas de tierra cuando se trasvase el producto. Los operarios deben llevar calzado y ropa antiestáticos, y los suelos deben ser conductores.

Mantener el envase bien cerrado, aislado de fuentes de calor, chispas y fuego. No se emplearan herramientas que puedan producir chispas.

Evitar que el producto entre en contacto con la piel y ojos. Evitar la inhalación de vapor y las nieblas que se producen durante el pulverizado. Para la protección personal, ver epígrafe 8. No emplear nunca presión para vaciar los envases, no son recipientes resistentes a la presión.

En la zona de aplicación debe estar prohibido fumar, comer y beber.

Cumplir con la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo.

Conservar el producto en envases de un material idéntico al original.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades.

Almacenar según la legislación local. Observar las indicaciones de la etiqueta. Almacenar los envases entre 5 y 35° C, en un lugar seco y bien ventilado, lejos de fuentes de calor y de la luz solar directa. Mantener lejos de puntos de ignición. Mantener lejos de agentes oxidantes y de materiales fuertemente ácidos o alcalinos. No fumar. Evitar la entrada a personas no autorizadas. Una vez abiertos los envases, han de volverse a cerrar cuidadosamente y colocarlos verticalmente para evitar derrames.

7.3 Usos específicos finales.

Uso profesional.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL.

8.1 Parámetros de control.

Límite de exposición durante el trabajo para:

Nombre	VLA-ED *		VLA-EC *	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
butanona,etil-metil-cetona	200	600	300	900

* Según la lista de Valores Límite Ambientales de Exposición Profesional adoptados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) para el año 2011.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

Página 5 de 9

8.2 Controles de la exposición.

8.2.1 Medidas de orden técnico:

Proveer una ventilación adecuada, lo cual puede conseguirse mediante una buena extracción-ventilación local y un buen sistema general de extracción.

8.2.2 Medidas de protección individual, tales como equipos de protección individual.

Protección respiratoria:

EPI: Máscara filtrante para la protección contra gases y partículas

Características: Marcado «CE» Categoría III. La máscara debe tener amplio campo de visión y forma anatómica para ofrecer estanqueidad y hermeticidad.

Normas CEN: EN 136, EN 140, EN 405



Mantenimiento: No se debe almacenar en lugares expuestos a temperaturas elevadas y ambientes húmedos antes de su utilización. Se debe controlar especialmente el estado de las válvulas de inhalación y exhalación del adaptador facial.

Observaciones: Se deberán leer atentamente las instrucciones del fabricante al respecto del uso y mantenimiento del equipo. Se acoplarán al equipo los filtros necesarios en función de las características específicas del riesgo (Partículas y aerosoles: P1-P2-P3, Gases y vapores: A-B-E-K-AX) cambiándose según aconseje el fabricante.

Protección de las manos:

EPI: Guantes de protección contra productos químicos

Características: Marcado «CE» Categoría III.

Normas CEN: EN 374-1, EN 374-2, EN 374-3, EN 420



Mantenimiento: Se guardarán en un lugar seco, alejados de posibles fuentes de calor, y se evitará la exposición a los rayos solares en la medida de lo posible. No se realizarán sobre los guantes modificaciones que puedan alterar su resistencia ni se aplicarán pinturas, disolventes o adhesivos.

Observaciones: Los guantes deben ser de la talla correcta, y ajustarse a la mano sin quedar demasiado holgados ni demasiado apretados. Se deberán utilizar siempre con las manos limpias y secas.

Las cremas protectoras pueden ayudar a proteger las zonas de la piel expuestas, dichas cremas no deben aplicarse **NUNCA** una vez que la exposición se haya producido.

Protección de los ojos:

EPI: Pantalla facial

Características: Marcado «CE» Categoría II. Protector de ojos y cara contra salpicaduras de líquidos.

Normas CEN: EN 165, EN 166, EN 167, EN 168



Mantenimiento: La visibilidad a través de los oculares debe ser óptima para lo cual estos elementos se deben limpiar a diario, los protectores deben desinfectarse periódicamente siguiendo las instrucciones del fabricante. Se vigilará que las partes móviles tengan un accionamiento suave.

Observaciones: Las pantallas faciales deben tener un campo de visión con una dimensión en la línea central de 150 mm como mínimo, en sentido vertical una vez acopladas en el armazón.

Protección de la piel:

EPI: Ropa de protección con propiedades antiestáticas

Características: Marcado «CE» Categoría II. La ropa de protección no debe ser estrecha o estar suelta para que no interfiera en los movimientos del usuario.

Normas CEN: EN 340, EN 1149-1, EN 1149-2, EN 1149-3, EN 1149-5



Mantenimiento: Se deben seguir las instrucciones de lavado y conservación proporcionadas por el fabricante para garantizar una protección invariable.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011

Página 6 de 9

Observaciones: La ropa de protección debería proporcionar un nivel de confort consistente con el nivel de protección que debe proporcionar contra el riesgo contra el que protege, con las condiciones ambientales, el nivel de actividad del usuario y el tiempo de uso previsto.

EPI: Calzado de protección con propiedades antiestáticas

Características: Marcado «CE» Categoría II.

Normas CEN: EN ISO 13287, EN ISO 20344, EN ISO 20346



Mantenimiento: El calzado debe ser objeto de un control regular, si su estado es deficiente se deberá dejar de utilizar y ser reemplazado.

Observaciones: La comodidad en el uso y la aceptabilidad son factores que se valoran de modo muy distinto según los individuos. Por tanto conviene probar distintos modelos de calzado y, a ser posible, anchos distintos.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas.

Aspecto: Claro Líquido

Olor: Característico

Punto/intervalo de ebullición: 79,5 °C / 175,1 °F

Punto de fusión: -86 °C / -123 °F

Punto de inflamación: -9 °C

Temperatura de auto ignición: 515 °C / 959 °F

Inflamabilidad (sólido, gas): 1,8 - 11,5 % (v)

Presión de vapor: 12.600 Pa a 20 °C

Gravedad específica: 0,804 – 0,806 a 20 °C

Coefficiente de partición n-octanol agua: 0,3

Densidad relativa: 0,804 - 0,806 (20 °C) gr/cm³

Densidad de vapor: (aire=1): 2,4 a 20 °C

Viscosidad dinámica: 0,42 mPas a 20 °C / 68 °F

Peso molecular: 72,11 g/mol

9.2. Información adicional.

Liposolubilidad: Alcohol(es) completamente miscible

Hidrosolubilidad: 250 g/l a 20 °C

Coefficiente de expansión: 0,0013 °C

Constante dieléctrica: 18,5 a 20 °C / 68 °F

Calor de vaporización: 440 J/g

Índice de refracción: 1,379 a 20 °C / 68 °F (ASTM D-1218)

Reacción con agua: Forma un azeótropo con agua, que hierve a 73,4 °C, y contiene un 88,7% m/m de MEK.

Calor específico: 2,25 kJ/kg °C a 20 °C / 68 °F

Concentración de vapor saturado (en aire): 280 a 20 °C / 68 °F (valor(es) estimado(s))

Conductividad térmica: 0,149 W/m °C a 20 °C / 68 °F

Contenido en carbonos orgánicos volátiles: 66,6 % (CE/1999/13)

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

10.1 Reactividad.

El producto no presenta peligros debido a su reactividad.

10.2 Estabilidad química.

Estable bajo las condiciones de manipulación y almacenamiento recomendadas (ver epígrafe 7).

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas.

El producto no presenta posibilidad de reacciones peligrosas.

10.4 Condiciones que deben evitarse.

Evitar temperaturas cercanas al punto de inflamación, no calentar contenedores cerrados.

Evitar la luz solar directa y el calentamiento, puede producirse riesgo de inflamación.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011

Página 7 de 9

10.5 Materiales incompatibles.

Mantener alejado de agentes oxidantes y de materiales fuertemente alcalinos o ácidos, a fin de evitar reacciones exotérmicas.

10.6 Productos de descomposición peligrosos.

En caso de incendio se pueden generar productos de descomposición peligrosos, tales como monóxido y dióxido de carbono, humos y óxidos de nitrógeno.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA.

PRODUCTO IRRITANTE. Salpicaduras en los ojos pueden causar irritación de los mismos.

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos.

Las concentraciones altas pueden causar depresión del sistema nervioso central ocasionando dolores de cabeza, mareos y náuseas; La inhalación continua puede resultar inconsciencia y/o muerte. Rata.

El contacto prolongado puede causar sequedad en la piel que puede producir dermatitis.

Moderadamente irritante para los ojos. Clasificado como irritante.

No se espera que sea carcinógeno.

No se prevé que afecte a la fertilidad.

Información Toxicológica.

Nombre	Toxicidad aguda			
	Tipo	Ensayo	Especie	Valor
butanona,etil-metil-cetona N. CAS: 78-93-3 N. CE: 201-159-0	Oral	LD50	Rata	2740 mg/kg
	Cutánea	LD50	Conejo	6480 mg/kg

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS.

12.1 Toxicidad.

Nombre	Ecotoxicidad			
	Tipo	Ensayo	Especie	Valor
butanona,etil-metil-cetona N. CAS: 78-93-3 N. CE: 201-159-0	Peces	LC50	Peces	3220 mg/l (96 hr.)
	Invertebrados acuáticos	EC50	Crustaceos	5090 mg/l (48 hr.)

12.2 Persistencia y degradabilidad.

Fácilmente biodegradable. Cumple con el criterio de los 10 días.

Se oxida rápidamente en contacto con el aire, por reacción foto-química.

12.3 Potencial de Bioacumulación.

No se prevé bioacumulación significativa.

12.4 Movilidad en el suelo.

No se debe permitir que el producto pase a las alcantarillas o a cursos de agua.

Evitar la penetración en el terreno.

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB.

Esta sustancia no se considera persistente, bioacumulativa y tóxica (PBT) o muy persistente y muy bioacumulativa (mPmB).

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)

114-METIL ETIL CETONA

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

Página 8 de 9

12.6 Otros efectos adversos.

No existe información disponible sobre otros efectos adversos para el medio ambiente.

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN.

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos.

No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua. Los residuos y envases vacíos deben manipularse y eliminarse de acuerdo con las legislaciones local/nacional vigentes.

Seguir las disposiciones de la Directiva 91/689/CEE respecto a la gestión de residuos.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE.

Transportar siguiendo las normas ADR/TPC para el transporte por carretera, las RID por ferrocarril, las IMDG por mar y las ICAO/IATA para transporte aéreo.

Tierra: Transporte por carretera: ADR, Transporte por ferrocarril: RID.

Documentación de transporte: Carta de porte e Instrucciones escritas.

Mar: Transporte por barco: IMDG.

Documentación de transporte: Conocimiento de embarque.

Aire: Transporte en avión: IATA/ICAO.

Documento de transporte: Conocimiento aéreo.

14.1 Número ONU.

Nº UN: UN1193

14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas.

Descripción: UN 1193 ETILMETILCETONA, 3, GE II, (D/E)

14.3 Clase(s) de peligro para el transporte.

Clase(s): 3

14.4 Grupo de embalaje.

Grupo de embalaje: II

14.5 Peligros para el medio ambiente.

Contaminante marino: No

14.6 Precauciones particulares para los usuarios.

Etiquetas: 3



Número de peligro: 33

Transporte por barco, FEm - Fichas de emergencia (F – Incendio, S – Derrames): F-E,S-D

Actuar según el punto 6.

14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC.

El producto no está afectado por el transporte a granel en buques.

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia.

El producto no está afectado por el Reglamento (CE) Nº 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1907/2006)

114-METIL ETIL CETONA



ALCOHOLES DEL SUR, S.A.

Versión: 27

Fecha de revisión: 31/10/2011

Página 9 de 9

Consultar el anexo I de la Directiva 96/82/CE del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y el Reglamento (CE) No 689/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos.

15.2 Evaluación de la seguridad química.

No se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química del producto.

16. OTRAS INFORMACIONES.

Texto completo de las frases R que aparecen en el epígrafe 3:

R11	Fácilmente inflamable.
R36	Irrita los ojos.
R66	La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
R67	La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

Texto completo de las frases H que aparecen en el epígrafe 3:

H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo.

Una barra vertical (**I**) en el margen izquierdo, indica una variación respecto a la versión anterior.

Se aconseja realizar formación básica con respecto a seguridad e higiene laboral para realizar una correcta manipulación del producto.

La información facilitada en esta ficha de Datos de Seguridad ha sido redactada de acuerdo con el REGLAMENTO (UE) No 453/2010 DE LA COMISIÓN de 20 de mayo de 2010 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.

La información de esta Ficha de Datos de Seguridad del Producto está basada en los conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la CE y nacionales, en cuanto que las condiciones de trabajo de los usuarios están fuera de nuestro conocimiento y control. El producto no debe utilizarse para fines distintos a aquellos que se especifican, sin tener primero una instrucción por escrito, de su manejo. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas oportunas con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones.

SEQÜÈNCIA DE PROVES: FUM + IONx2 (SENSE PERÒXID D'HIDROGEN)

	1_1	1_2	1_3	1_4
SORTIDA	5.316.000.000	5.442.000.000	5.338.000.000	5.332.000.000
ENTRADA	3.912.000.000	3.706.000.000	4.180.000.000	4.512.000.000
MIN ENTRADA	3.722.000.000	3.530.000.000	4.120.000.000	4.286.000.000
MAX ENTRADA	4.114.000.000	3.866.000.000	5.016.000.000	4.834.000.000
MIN SORTIDA	5.144.000.000	5.184.000.000	5.118.000.000	5.170.000.000
MAX SORTIDA	5.448.000.000	5.446.000.000	5.452.000.000	5.432.000.000

1_5	1_6	1_7	1_8
5.346.000.000	5.342.000.000	5.344.000.000	5.296.000.000
3.740.000.000	3.624.000.000	3.976.000.000	3.716.000.000
3.486.000.000	3.564.000.000	3.910.000.000	3.708.000.000
3.946.000.000	3.874.000.000	4.556.000.000	4.406.000.000
5.180.000.000	5.180.000.000	5.154.000.000	5.234.000.000
5.468.000.000	5.454.000.000	5.412.000.000	5.424.000.000

1_9	1_10	PROMIG		
5.356.000.000	5.356.000.000	5.357.000.000		
3.754.000.000	3.824.000.000	4.077.500.000		
3.740.000.000	3.636.000.000	3.914.500.000	543.000.000	
4.314.000.000	4.228.000.000	4.457.500.000		252.500.000
5.168.000.000	5.182.000.000	5.154.000.000	290.500.000	
5.490.000.000	5.480.000.000	5.444.500.000		

**Expressa la diferència de valors
(mitjana entre les 10 repeticions) entre l'amplitud
dels màxims i mínims de l'entrada i la sortida.**

**Diferència de valors entre la mitjana de les amplituds
dels màxims i mínims de l'entrada.**

**Diferència de valors entre la mitjana de les amplituds
dels màxims i mínims de la sortida.**

**FUM + IONx2 (SENSE PERÒXID D'HIDROGEN):
VALORS QUE MOSTRA EL SOFWARE DEL CONJUNT
DELS TRES PARELLS DE DISPOSITIUS (IR)**

ENTRADA	SORTIDA	CAMPANA	5.358.000.000	SORTIDA
3.654.000.000	5.358.000.000	3.090.000.000	3.680.000.000	ENTRADA
3.680.000.000	5.348.000.000	3.078.000.000		
3.650.000.000	5.358.000.000	3.094.000.000	3.558.000.000	MIN ENTRADA
3.638.000.000	5.350.000.000	3.096.000.000	3.872.000.000	MAX ENTRADA
3.678.000.000	5.346.000.000	3.078.000.000		
3.674.000.000	5.354.000.000	3.072.000.000	5.138.000.000	MIN SORTIDA
3.630.000.000	5.348.000.000	3.078.000.000	5.508.000.000	MAX SORTIDA
3.692.000.000	5.340.000.000	3.068.000.000		
3.688.000.000	5.354.000.000	3.076.000.000		
3.636.000.000	5.358.000.000	3.092.000.000		
3.690.000.000	5.346.000.000	3.068.000.000		
3.706.000.000	5.348.000.000	3.058.000.000		
3.662.000.000	5.354.000.000	3.120.000.000		
3.678.000.000	5.346.000.000	2.998.000.000		
3.700.000.000	5.350.000.000	3.100.000.000		
3.644.000.000	5.352.000.000	3.086.000.000		
3.700.000.000	5.344.000.000	3.054.000.000		
3.678.000.000	5.304.000.000	3.082.000.000		
3.664.000.000	5.352.000.000	3.072.000.000		
3.698.000.000	5.338.000.000	3.026.000.000		
3.712.000.000	5.346.000.000	3.064.000.000		
3.668.000.000	5.344.000.000	3.076.000.000		
3.688.000.000	5.350.000.000	3.084.000.000		
3.688.000.000	5.350.000.000	3.090.000.000		
3.660.000.000	5.356.000.000	3.082.000.000		
3.694.000.000	5.344.000.000	3.102.000.000		
3.700.000.000	5.348.000.000	3.124.000.000		
3.686.000.000	5.354.000.000	3.088.000.000		
3.696.000.000	5.340.000.000	3.068.000.000		
3.696.000.000	5.352.000.000	3.126.000.000		
3.662.000.000	5.354.000.000	3.094.000.000		
3.696.000.000	5.352.000.000	3.088.000.000		
3.706.000.000	5.346.000.000	3.104.000.000		
3.682.000.000	5.354.000.000	3.092.000.000		
3.680.000.000	5.326.000.000	3.058.000.000		
3.714.000.000	5.350.000.000	3.088.000.000		
3.702.000.000	5.362.000.000	3.042.000.000		
3.664.000.000	5.354.000.000	3.084.000.000		
3.720.000.000	5.352.000.000	3.134.000.000		
3.676.000.000	5.358.000.000	3.076.000.000		
3.672.000.000	5.426.000.000	3.084.000.000		